

ИЗМЕНЕНИЕ УРОВНЯ ГАЗОАНАЛИЗАТОРОВ КРОВИ У БЕГУНОВ НА СРЕДНИЕ ДИСТАНЦИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПЕЦИФИКИ ТРЕНИРОВОЧНОЙ НАГРУЗКИ

*Панасюк Н.Б., доцент,
Могилевский государственный университет, Республика Беларусь*

Аннотация: интенсивная мышечная деятельность приводит к изменениям кислотно-основного состояния и, как следствие, к метаболическому ацидозу. Значительные сдвиги некоторых газовых показателей крови говорят о необходимости постоянного контроля за выполняемой нагрузкой. Метаболический ацидоз провоцируется значительным выбросом в кровь лактата. Первая порция лактата нейтрализуется не полностью. На выброс второй порции в организме включаются буферные системы, за счет чего и происходят изменения в показателях газового состава крови. Контроль за газовыми показателями позволяет выбрать правильную нагрузку, интенсивность и время, необходимое для отдыха и восстановления. Определить уровень газовых показателей в крови при выполнении нагрузки, приближенной к соревновательному уровню и в подготовительный период у высококвалифицированных спортсменов, для правильного подбора интенсивности нагрузки и времени для отдыха и восстановления.

Ключевые слова: газоанализаторы, буферные системы, метаболический ацидоз, интенсивная работа, выносливость, кислотно-основное состояние

Цель исследования

Определить уровень газовых показателей в крови при выполнении нагрузки, приближенной к соревновательному уровню и в подготовительный период у высококвалифицированных спортсменов, для правильного подбора интенсивности нагрузки и времени для отдыха и восстановления.

Материалы и методы исследования

Исследование проводилось с октября 2019 по январь 2020 года, в подготовительном и соревновательном периодах. В нем приняли участие 10 легкоатлетов МЦОР г. Могилева, в возрасте от 18 до 20 лет, имеющие квалификацию I взрослого разряд и звание КМС (кандидат в мастера спорта). Анализ проводился при помощи аппарата «Анализатор ABL80 FLEX» на базе диспансера спортивной медицины. Забор капиллярной крови производился из фаланги пальца при помощи специального устройства для прокалывания пальца «Assu-Chek Softclix Pro» и одноразовых ланцетов.

Всех испытуемых разделили условно на две группы по 5 человек. В течение 3 месяцев первой группе испытуемых предлагалось выполнить нагрузку, приближенную к соревновательной дея-

тельности; однократное пробегание дистанций приближенных к соревновательным 1500м, 2000м, 3000м, при ЧСС 140-160 ударов в минуту, а второй группе – нагрузку подготовительного периода; 4x200, 3x200, 4x100, 3x100 с интервалом 1 мин. между забегами. Параллельно производился забор крови для оценки изменений газовых показателей. Сравнительная оценка результатов производилась в конце каждого тренировочного месяца.

Процедура тестирования была следующая: перед началом тренировки, для оценки исходных показателей газового состава и изучения метаболических процессов в организме, производился забор капиллярной крови. Далее испытуемым предлагалось выполнить одну из предложенных нагрузок, в ходе выполнения которой производился повторный забор крови. После выполнения нагрузки, на 10 минуте отдыха, производился заключительный забор крови.

Результат исследования

Данные газового состава крови во время прохождения контрольных измерений приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Динамика средних показателей при выполнении нагрузки, приближенной к соревновательной

	До тренировки	Во время тренировки	Период восстановления
pH	7,382	7,305	7,376
Газы			
pCO ₂	40,0	34,6	36,6
pO ₂	69,5	79,8	69,7
cHCO ₃	23,8	17,2	21,4
BE	-1,3	-9,1	-3,8
cSO ₂	91,2	92,2	93,4

Продолжение таблицы 1

Кровь			
Na+	141	141	141
K+	4,4	4,1	4,0
Ca ⁺⁺	1,21	1,15	1,17
cTCO ₂	25,0	18,3	22,6
Hct	40	42	40
cHgb	137	144	138
aGap	15	31	18

Таблица 2

Динамика средних показателей при выполнении нагрузки в подготовительном периоде (4x200, 3x200, 4x100, 3x100 с интервалом 1 мин. между забегами)

	До тренировки	Во время работы	Период восстановления
pH	7,385	7,162	7,402
Газы			
pCO ₂	40,1	23,2	31,4
pO ₂	70,1	91,4	83,1
cHCO ₃	23,5	15,5	19,4
BE	-1,5	-11,2	-4,5
cSO ₂	91,4	96,5	94,4
Кровь			
Na+	138	144	143
K+	4,4	3,5	4,2
Ca ⁺⁺	1,24	1,22	1,18
cTCO ₂	22,1	9,0	20,4
Hct	38,4	43	42
cHgb	127	147	142
aGap+	16	28	14

При проведении сравнительных лабораторных исследований можно выделить несколько показателей, которые наиболее заметно изменялись:

- pH крови. При выполнении физической нагрузки повышается количество продуктов распада гликогена, которые в свою очередь влияют на кислотно-щелочное равновесие в крови. Изменения данного показателя происходят в основном за счет накопления в крови лактата. Первые порции лактата, поступающие в кровяное русло, нейтрализуются буферными системами организма. По мере истощения емкости данных систем происходит сдвиг pH влево, что говорит о таком явлении в организме как ацидоз. Показатели опускались до уровня субкомпенсированного ацидоза. Данные изменения обусловлены также несоответствием между кислородным запросом клеток и его потреблением. Во время физической нагрузки повышается содержание продуктов распада гликогена и мышечных белков, что также влияет на кислотно-щелочное равновесие.

- cHgb – карбоксигемоглобин. Появление карбоксигемоглобина – результат связывания одного или нескольких ионов железа с группой СО. При интенсивной физической нагрузке происхо-

дит резкое повышение уровня лактата в крови, что приводит к превышению анаэробного порога и повышению уровня cHgb в крови (эффект Бора). Уровень pH крови и температура влияют на скорость распада карбоксигемоглобина. Образуется карбоксигемоглобин достаточно быстро, так как скорость присоединения группы СО к гемоглобину в 200 раз больше, чем у кислородной группы, а скорость распада – в 10 тысяч раз меньше. Карбоксигемоглобин не способен переносить кислород от легких к тканям и при повышении его уровня в крови наступает кислородное голодание – гипоксия.

- HCO₃ – уровень бикарбоната. Является одним из главных показателей кислотно-щелочного равновесия в организме. Продуцируется в почках, которые при изменении pH крови выделяют или задерживают бикарбонаты. Снижение данного показателя свидетельствует о метаболическом ацидозе. Бикарбонатная концентрация уменьшается, действуя в качестве буфера против повышенного присутствия кислот в организме. Для компенсации нормального уровня pH при ацидозе почкам требуется от нескольких часов до нескольких дней.

- Hct – гематокрит. Гематокрит – объем красных кровяных клеток крови (эритроцитов). Он определяет способность крови транспортировать кислород. Повышение данного показателя свидетельствует о повышении вязкости крови. При длительной и интенсивной физической нагрузке часть плазмы крови переносится в межклеточную жидкость и запускается процесс эритроцитоза. Результатом этого процесса является увеличение кислотной емкости крови.

- $sTCO_2$ – общее содержание двуокиси углерода. Является продуктом клеточного метаболизма. Снижение pH крови является «рычагом» для увеличения частоты и глубины дыхательных движений, вследствие чего образуется избыток двуокиси углерода. При газовом ацидозе активируются физиологические механизмы компенсации и увеличивается объем альвеолярной вентиляции. Снижение уровня двуокиси углерода замедляет образование бикарбоната.

- aGap – анионный разрыв. Это разница числовая между анионами и катионами в сыворотке крови. Увеличение показателя говорит о накоплении летучих кислот (молочная и кетоны) и фиксированных кислот в организме. У спортсменов повышение уровня анионного разрыва происходит в связи с лактатацидозом. Определение значения анионного разрыва может быть проведено в качестве первого этапа диагностики метаболического ацидоза.

- BE (от англ. Base Excess) является величиной, которая характеризует избыток или дефицит буферных оснований (± 2 ммоль/л). Зависит это от положительного знака перед числом, который характеризуется как дефицит оснований или при наличии отрицательно знака – это трактуется как избыток.

Данная величина используется для оценки метаболических нарушений кислотно-основного состояния. В организме кислотно-основное состояние поддерживается буферными системами, которые вступают в действие уже при первом изменении pH крови, компенсируя таким образом расстройство кислотно-основного равновесия.

В организме есть следующие буферные системы: гемоглобиновая; бикарбонатная; фосфатная и белковая. В основе принципа работы буферных систем лежат их химические свойства, а именно способность сильных кислот переходить в наиболее слабые кислоты.

Одним из мощнейших буферов – является гемоглобиновый буфер. Данный буфер поддерживает pH за счет окисленной формы (оксигемоглобина), которая переходит в восстановленную форму, представленную неоксигенированным гемоглоби-

ном. Данный процесс препятствует сдвигу pH влево. Емкость бикарбонатного буфера, представленного угольной кислотой и гидрокарбонатом натрия, составляет 53% от общей буферной емкости системы крови. Фосфатная буферная система отвечает за регуляцию кислотно-основного равновесия в почках, в крови же обеспечивает гомеостаз и регенерацию гидрокарбонатного буфера. Фосфатный буфер составляет около 5% емкости крови.

Немного длительнее активизируются физиологические буферные механизмы – процессы, протекающие в легочной, печеночной, и почечной тканях, а также в тканях желудочно-кишечного тракта. В легких изменяется объем альвеолярной вентиляции (повышается), что компенсирует сдвиг pH уже в течение 1-2 минут. В почечной ткани происходит образование кислот и ионов аммония, секреция солей фосфорной кислоты, а также протекает K^+ , Na^+ -обменный механизм. В тканях печени, а именно в гепатоцитах, происходят различные метаболические процессы, такие как: синтез белков и глюкозы, образование аммиака, биотрансформация лекарственных препаратов и выведение кислых и щелочных продуктов обмена с желчью. Фундальные клетки желудка компенсируют нарушения кислотно-основного равновесия путем изменения секреции HCl (при закислении организма, данный процесс усиливается). В секрете кишечника содержится огромное количество бикарбонатов, поэтому возможна компенсация при различных метаболических нарушениях. Клетки кишечника регулируют количество всасываемой жидкости, благодаря чему влияют на водно-электролитный баланс. Клетки поджелудочной железы компенсируют работу буферных систем. Поджелудочная железа содействует процессу компенсации кислотно-основного состояния за счет уменьшения секреции гидрокарбоната.

Из таблиц видно, что в группе с интервальной нагрузкой в подготовительный период процесс восстановления протекал гораздо быстрее. Следует отметить, что в данной группе улучшились результаты скоростной выносливости. Время прохождения отрезков дистанции с каждым месяцем улучшалось.

В группе с нагрузкой, приближенной к соревновательной, улучшение результатов было не таким значительным, а на восстановление требовалось больше времени.

Так же, по результатам сравнительных анализов можно говорить о том, что при выполнении интервальных нагрузок степень метаболического ацидоза выше, что свидетельствует о том, что мышечная деятельность интенсивнее, а значит в

большей степени развивается выносливость организма к интенсивным нагрузкам.

Заключение

Полученные данные позволяют сделать вывод, что выполнение интервальной физической нагрузки способствует более интенсивной мышечной работы и развитию скоростной выносливости. После обоих вариантов нагрузки спортсмены находятся в значительной степени утомления, в связи с этим далее выполнять высокоинтенсивные физические нагрузки возможно только после восстановления, которое во второй группе протекало гораздо быстрее.

Литература

1. Артемова Э.К. Биохимия: учебное пособие для самостоятельной работы студентов институтов физической культуры. М.: Физкультура и Спорт, 2006. 58 с.
2. Моррисон В.В., Чеснокова Н.П., Бизенкова М.Н. Кислотно-основное состояние. регуляция кислотно-основного гомеостаза (лекция 1) // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. №3-2. С. 270 – 273.
3. Сидорчук С.А., Сахарова М.В. Методики совершенствования скоростной выносливости гандболистов высокой квалификации в подготови-

тельном периоде // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. 2011. №7 (77). С. 141 – 144.

4. Copstead L-E., Banasik J., Pathophysiology. 4th Ed. Elsevier, 2010. P. 302 – 306; 615 – 626.

5. McCance K., Huenter S. Pathophysiology. The biologic basis for disease in adults and children. 5th Ed. Elsevier, 2006. P. 110 – 121.

References

1. Artemova E.K. Biohimiya: uchebnoe posobie dlya samostoyatel'noj raboty studentov institutov fizicheskoj kul'tury. M.: Fizkul'tura i Sport, 2006. 58 s.
2. Morrison V.V., Chesnokova N.P., Bizenkova M.N. Kislотно-osnovnoe sostoyanie. regulyaciya kislотно-osnovnogo gomeostaza (lekciya 1) // Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij. 2015. №3-2. S. 270 – 273.
3. Sidorchuk S.A., Saharova M.V. Metodiki sovershenstvovaniya skorostnoj vynoslivosti gandbolistov vysokoj kvalifikacii v podgotovitel'nom periode // Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta. 2011. №7 (77). S. 141 – 144.
4. Copstead L-E., Banasik J., Pathophysiology. 4th Ed. Elsevier, 2010. R. 302 – 306; 615 – 626.
5. McCance K., Huenter S. Pathophysiology. The biologic basis for disease in adults and children. 5th Ed. Elsevier, 2006. R. 110 – 121.