

Цель исследования НИР: комплексная оценка функционального состояния и физической работоспособности лыжников-гонщиков и хоккеистов при использовании биопродукта «Симбиол» в качестве нутриентной добавки к питанию.

Задачи исследования НИР:

1. Обоснование применения биопродуктов естественного происхождения для повышения функционального состояния организма спортсменов, расширения его адаптационного потенциала и сохранения спортивного долголетия.

2. Экспериментальная оценка влияния биопродукта «Симбиол» на функциональное состояние системы крови, периферический и центральный отделы сердечно-сосудистой системы лыжников-гонщиков и хоккеистов.

3. Экспериментальная оценка влияния биопродукта «Симбиол» на энергетический потенциал нейронов головного мозга и отдельные когнитивные функции коры больших полушарий.

4. Экспериментальная оценка влияния биопродукта «Симбиол» на физическую работоспособность и выносливость работоспособность лыжников-гонщиков и хоккеистов лыжников-гонщиков и хоккеистов.

Объект исследования: функциональное состояние организма высококвалифицированных хоккеистов и лыжников гонщиков в условиях тренировочно-соревновательной деятельности.

Предмет исследования: функциональные возможности важнейших систем организма, адаптационный потенциал и общая физическая работоспособность хоккеистов и лыжников-гонщиков.

Результаты исследования.

Многочисленными исследованиями показано, что функциональное состояние организма спортсмена и его физическая работоспособность, прежде всего в аэробном режиме, в значительной степени зависит от состава крови. Поэтому тренерам, спортсменам и спортивным врачам очень важно знать картину крови в процессе тренировочно-соревновательной деятельности. Руководствуясь этим принципом, нами была выполнена работа по оценке общего анализа крови. Анализ полученных результатов при трехнедельном приеме биопродукта показал положительные изменения в общем анализе крови. У лыжников ЭГ за время приема биопродукта концентрация эритроцитов увеличилась на 10,2%. Появление дополнительного числа эритроцитов в ограниченном объеме крови сопровождалось ростом на 10,8% показателя гематокрита. Пропорционально увеличению числа носителей гемоглобина на 7,5% выросло и само

содержание гемоглобина в крови. Анализ динамики собственных показателей и данные литературы (Викулов А.Д. и др. 2005) позволяет сделать заключение о стимулировании Симбиолом процессов эритропоэза из стволовых клеток красного костного мозга. В частности, А.Д. Викулов показал, что молодые эритроциты имеют больший объем. В наших исследованиях наблюдали незначительный рост на 1,51% объема эритроцитов. Физическая нагрузка сопровождается снижением содержания гемоглобина в эритроцитах. По данным исследования у лыжников ЭГ за время эксперимента содержание гемоглобина в эритроцитах уменьшилось на 1,89%, а его концентрация в эритроците уменьшилась соответственно на 2,92%. У лыжников контрольной группы за это время также имела место динамика показателей красной крови, однако направленность и градиент изменения оказался отличным от показателей у лыжников экспериментальной группы. В частности, под воздействием физических нагрузок происходит снижение на 2,69% численности эритроцитов. Снижение числа эритроцитов закономерно приводит к снижению общего показателя содержания гемоглобина на 6,12%. За это время показатель гематокрита уменьшился на 1,63%. Известно, что физическая нагрузка стимулирует эритропоэз, что также имело место и в группе лыжников КГ. Однако его активность существенно ниже по сравнению с лыжниками КГ. Так, показатель объема эритроцитов за время исследования увеличился на 1,13%, при росте на 1,51% в ЭГ. Снижение содержания гемоглобина в эритроците в КГ протекало более быстрыми темпами. Так, за время эксперимента после приема плацебо снижение гемоглобина составило 3,39%, а его концентрация уменьшилась на 3,28%. Физические нагрузки лыжниками КГ протекали с большим напряжением со стороны иммунной системы, поскольку за время исследования количество лейкоцитов увеличилось на 33,57%, при том, что у лыжников ЭГ такая же нагрузка вызвала увеличение количества лейкоцитов на 10,43%.

Другим важным показателем системы крови, который заслуживает внимания тренера и спортивного врача, являются тромбоциты. Помимо своей роли в свертывающей системе, они могут влиять на агрегацию эритроцитов, способствуя тем самым ухудшению кислородтранспортной функции крови. В работах А. В. Мурашко и соавт. (1985), Г.М. Коноваловой (2012) и др. показано, что под влиянием физической нагрузки увеличивается количество тромбоцитов, агрегация как тромбоцитов, так и эритроцитов. На наш взгляд, определение этих показателей может иметь значение как критерий оценки функционального состояния спортсменов. Проведенные нами исследования у лыжников ЭГ выявили снижение на 5,8% количества тромбоцитов, при том, что у лыжников КГ произошел их рост на 14,01%. Как отмечают авторы у лиц с недостаточно высоким уровнем функционального состояния под влиянием физической нагрузки отмечалось значительное увеличение тромбоцитов. Данный факт свидетельствует о повышении функционального состояния у лыжников, употребляющих Симбиол.

Динамика средних показателей не всегда отражает истинную картину изменений функционального состояния клеток, органов и организма в целом. Более важно для спортсменов, особенно высшего уровня мастерства, индивидуализировать мониторинг по изучаемым показателям, поскольку чувствительность организма к пищевым продуктам, фармпрепаратам и биостимуляторам неодинаковая. В этой связи нами была проанализирована динамика показателей крови у отдельных спортсменов КГ и ЭГ. Обращает внимание высокая чувствительность на использование Симбиола показателей крови у спортсмена Ф. В частности, за время приема биопродукта количество эритроцитов увеличилось на 33,5%, содержание гемоглобина увеличилось на 28,82%, объем эритроцитов у уменьшился на 11,21%. Численность лейкоцитов выросла на 24,68%, а количество тромбоцитов уменьшилось на 42,20%. В то же время у лыжника Р. из ЭГ количество эритроцитов практически не изменилось. Отсутствие эритропоэза у данного лыжника сопровождалось ростом на 10,01% объема эритроцита. Вместе с тем, содержание гемоглобина выросло на 6,25%. Отмечался незначительный лейкоцитоз с ростом числа лейкоцитов на 11,11% и тромбопения – на 18,23%. У лыжника К. количество эритроцитов увеличивается на 5,52%, а тромбоцитов - на 5,79%. Численность лейкоцитов, напротив, незначительно снижается на 1,85%. Высокая индивидуальная изменчивость отмечается и среди лыжников КГ. Так, у лыжника С. количество эритроцитов за время эксперимента не изменяется, лейкоцитов снижается на 31,91%, а количество тромбоцитов увеличивается на 45,99%. При этом общее содержание гемоглобина снижается на 3,27%. У лыжника С. на фоне выраженного лейкоцитоза на 129,01% и умеренного тромбоцитоза – на 10,92% отмечается незначительная эритропения с понижением числа эритроцитов на 9,38%. Резко сниженные кислородтранспортные возможности крови дополняются снижением общего гемоглобина на 12,98%.

Таким образом, наряду с выявлением общих закономерностей изменения изученных показателей, ценную информацию о состоянии организма его потенциальных возможностях предоставляет индивидуальный мониторинг.

В заключение следует указать, что анализ крови показал положительное влияние Симбиола на кислородтранспортные функции крови, иммунную и свертывающую системы крови.

Не исключаем, что обнаруженная динамика лейкоцитов, эритроцитов и тромбоцитов повлечет за собой изменения в системе микроциркуляции. Для проверки данной гипотезы, нами выполнена серия работ по изучению системы микроциркуляции у лыжников КГ и ЭГ с целью выявления особенностей ее функционирования при включении в питание продукта Симбиола. При изучении системы микроциркуляции, важнейшего звена

обменных процессов, от состояния которой зависит успешность анаболического и катаболического составляющего метаболизма в целом необходимо провести анализ как базального состояния кровотока, так и в условиях функциональных нагрузок, позволяющих определить функциональный резерв и адаптационный потенциал. При зондировании ткани в области Захарьина-Геда (зона сердца) у лыжников ЭГ обнаружено повышение величины базального кровотока, что было прогнозируемо, поскольку показатель базальной перфузии отражает число эритроцитов, находящихся в области воздействия лазерного луча, то ее значение находится в прямой зависимости от показателя гематокрита и численности эритроцитов. По данным ЛДФ у лыжников ЭГ показатель микроциркуляции при оптимальной температуре за время приема Симбиола повышается на 15,27%, тогда как у лыжников КГ его значение остается без изменений. У лыжников ЭГ оказался выше и показатель флакса эритроцитов, а, как показывают результаты многих исследователей (Козлов В.И., 2012; Баранов В.В., 2012; Крупаткин А.И., 2014; Федорович А.А., 2015 и др.), чем выше уровень флакса, тем легче протекает диссоциация оксигемоглобина с дальнейшей диффузией кислорода из крови в ткани. По данным исследования у лыжников ЭГ показатель флакса на 166% превышает показатель у лыжников КГ. Уровень флакса зависит от тонуса микрососудов, который, в свою очередь, имеет внутреннее происхождение и определяется активностью эндотелиоцитов (эндотелиальный компонент тонуса), миоцитов стенки артериол, иннервируемых симпатическими нервами-вазоконстрикторами (нейрогенный тонус) и метартериол и прекапиллярных сфинктеров (миогенный тонус). Каждый из видов тонуса определяется амплитудой колебаний соответственно в эндотелиальном, нейрогенном и миогенном диапазонах. При сравнительном анализе средних значений указанных амплитуд оказалось, что у спортсменов ЭГ показатель амплитуды нейрогенных колебаний за время приема Симбиола увеличился на 41,83%, тогда как в КГ только на 23,26%. За время исследования в ЭГ показатели нейрогенного и миогенного тонуса практически не изменились, при том, что в КГ тонус снизился на 20,74% и 4,24% соответственно. Несмотря на это эффективность микрокровотока оказалась выше у лыжников ЭГ, о чем свидетельствует динамика показателя амплитуды респираторных колебаний. По данным исследователей амплитуда этих колебаний отражает характер оттока крови из веноулярного звена микроциркуляторного русла. Показано, что показатель амплитуды респираторных колебаний повышается при ухудшении оттока крови из венул. Другими словами его значение определяет величину застоя крови в веноулярном отделе микроциркуляторного русла. Оказалось, что применение Симбиола улучшает отток крови из венул и предупреждает развитие застойных явлений. Среднее значение амплитуды респираторных колебаний в ЭГ снижается на 150,14%. У лыжников КГ, напротив, за время исследования показатель амплитуды повышается на 65,92%, что означает ухудшение оттока крови из венул с возможным

развитием местного отёка тканей. За время исследования вклад пульсовых колебаний в циркуляцию крови по артериолам у спортсменов обеих групп повышается с небольшим опережением на 70,88% в ЭГ по сравнению с КГ (67,00%).

Успешность любой деятельности, в том числе и выполнение тренировочных нагрузок, определяется достаточностью поступления в организм кислорода и его дальнейшим участием в окислительно-восстановительных реакциях, конечным результатом которых является образование энергии в виде синтезируемых молекул АТФ. Запасов АТФ в клетке не существует. Общее содержание АТФ в организме 30-50 г, но каждая молекула АТФ в клетке "живёт" меньше минуты. В сутки у человека синтезируется 40-60 кг АТФ и столько же распадается. Увеличение концентрации АДФ немедленно приводит к ускорению дыхания и фосфорилирования. Окисление субстратов и фосфорилирование АДФ в митохондриях прочно сопряжены. Скорость использования АТФ регулирует скорость потока электронов в цепи переноса электронов. Если АТФ не используется и его концентрация в клетках возрастает, то прекращается и поток электронов к кислороду. С другой стороны, расход АТФ и превращение его в АДФ увеличивает окисление субстратов и поглощение кислорода. Зависимость интенсивности дыхания митохондрий от концентрации АДФ называют дыхательным контролем. Поток электронов сопряжен с выкачиванием протонов из матрикса митохондрий через внутреннюю мембрану в межмембранное пространство. При рассмотрении энергетической дыхательной цепи оказалось, что в дыхательной цепи имеются три участка, в которых перенос электронов сопровождается относительно большим высвобождением энергии, превышающим величину стандартной свободной энергии образования АТФ из АДФ и фосфата. Такими участками явились: участок между флавопротеидом и КоQ, участок между цитохромом «в» и цитохромом «с» и участок между цитохромом «а» и цитохромом «а₃». Начальным звеном окисления энергетического субстрата выступает кофермент НАД⁺, который восстанавливается до НАДН. В дальнейшем НАДН передает электроны на убихинон при этом окисляясь до НАД⁺, убихинон на систему цитохромов и заканчивается электромеханическая цепь взаимодействием кислорода с водородом и электронами с образованием воды. А высвобождающаяся энергия переноса протонов направляется на образование АТФ из АДФ и остатка фосфорной кислоты. В этих условиях чрезвычайно важно проследить динамику изменения содержания коферментов НАДН и ФАД, что позволяет выполнить методика лазерной доплеровской флоуметрии. Расчеты показали, что у лыжников ЭГ за время приема Симбиола показатель НАДН увеличился на 22,47%, тогда как у спортсменов КГ за этот период его средняя величина уменьшилась на 51,05%. Из этого следует, что в состоянии относительного покоя у лыжников КГ активно продолжают обменные процессы с затратой энергии. В отличие от них у лыжников ЭГ во время оперативного покоя расходы энергии минимизируются. Не трудно понять,

что у лыжников ЭГ расширяется адаптационный потенциал и повышается функциональный резерв организма. Кроме этого, у спортсменов ЭГ отмечается тенденция роста на 8,60% величины кофермента ФАД. Участие кофермента ФАД в сопряжении свидетельствует о том, что часть энергии образуется минуя первую стадию окисления НАДН до НАД+. При этом, как известно, окисление НАДН до НАД+ сопровождается образованием 3 молекул АТФ, а окисление ФАД дает 2 молекулы АТФ. Следовательно, в состоянии покоя организму лыжников ЭГ требуется меньшее количество энергии. У лыжников КГ показатель ФАД за время исследования не изменяется. Наконец, как отмечает В.Н. Карнаухов (2002), переход митохондрий клетки из покоя в активное состояние сопровождается увеличением концентрации окисленных форм НАД, флавопротеинов и цитохромов (а+а₃, с₁, с, в) и соответствующим уменьшением концентрации их восстановленных форм. Другими словами, если соотношение ФАД/НАДН увеличивается то состояние митохондрии расценивается как активное. Это сопровождается высоким содержанием АДФ, высоким содержанием субстрата и интенсивным дыханием. По данным исследования у лыжников КГ величина ФАД/НАДН за время исследования повышается на 35,90%, а у лыжников ЭГ за время приема Симбиола показатель тенденциозно снижается на 7,14%.

Флоуметрии, дополненная функциональными пробами, позволяет получить не только факт перфузии рабочих мышц, но и более детально определить функциональный резерв системы микроциркуляции. Нами использовалась холодовая и тепловая пробы. В первом случае зондируемый участок кожи подвергался локальному охлаждению в течение одной минуты до температуры +10⁰С, во втором температура каждые 4 минуты ступенчато повышалась вначале до +35⁰С с последующим ростом до +40⁰С. В результате сравнительного анализа перфузии при холодной пробе оказалось, что у лыжников ЭГ за время эксперимента показатель интенсивности микроциркуляции увеличился на 75,69%. Многие авторы расценивают холодовую вазодилатацию как адаптационно-защитную реакцию к холодному стрессу. Есть данные, что при органическом поражении стенки сосудов (поздняя органическая стадия болезни Рейно) эта реакция утрачивается (Nuzzacietal., 1999). С этих позиций сохранность и выраженность холодовой вазодилатации следует рассматривать как один из критериев расширения функциональных резервов тканей в условиях стрессорного воздействия. Напротив, у лыжников КГ к окончанию эксперимента показатель перфузии снизился на 43,26%, что можно расценивать как снижение резервных возможностей мышечной ткани. Увеличение кровотока в охлажденной области кожи у спортсменов ЭГ обеспечивается за счет снижения нейрогенного тонуса артериол. В частности амплитуда нейрогенных колебаний увеличивается на 50%, тогда как у лыжников КГ – только на 22,87%. По-прежнему, в ЭГ наблюдается высокая скорость оттока крови из венул с понижением амплитуды респираторных

колебаний на 172,16%. У лыжников КГ снижение показателя не превышает 4,51%, что может выступать маркером развития застойных явлений в веноулярном звене микроциркуляторного русла.

Активность ферментов в значительной степени зависит от внешних условий, среди которых первостепенное значение имеет температура. По правилу Вант-Гоффа ферментативной активности, что связано с замедлением процессов формирования фермент-субстратного комплекса. В наших условиях локальное понижение температуры изначально снижает уровень активности окислительно-восстановительных реакций у спортсменов обеих групп. Однако, к окончанию эксперимента у лыжников ЭГ низкий уровень обменных процессов сохранился и даже произошло незначительное снижение, что отражает рост показателя НАДН на 13,34%. В то же время у лыжников КГ на момент завершения эксперимента показатель НАДН снизился на 47,27%, что означает усиление активности реакций, направленных на синтез АТФ. Следовательно, устойчивость к низким температурам у лыжников КГ ниже по сравнению с ЭГ. Аналогичные изменения наблюдаются и по динамике показателя ФАД. У лыжников ЭГ показатель незначительно увеличивается на 3,77%, а в КГ снижается на 8,33%. Повышение интенсивности клеточного дыхания за время эксперимента у лыжников КГ отражает и рост на 31,58% показателя ФАД/НАДН, тогда как у лыжников ЭГ к окончанию приема Симбиола средняя величина снижается на 3,45%.

Резервные возможности микроциркуляторного русла оцениваются и по увеличению кровотока во время реактивной тепловой гиперемии. В нашем исследовании проводилось ступенчатое повышение температуры кожи в исследуемом участке первоначально до 35 градусов Цельсия. По данным литературы (Козлов В.И. и др. 2000; Чемерис Н.К. и др., 2014; Крупаткин А.И. и др., 2014) значительную роль в реакции вазодилатации играют нейрогенные рефлексы и местные факторы. Первично расширение сосудов обеспечивается аксон-рефлексом с участием сенсорных нервных волокон. В дальнейшем в реакцию включаются эндотелиальный фактор за счет рилизинга эндотелием оксида азота, одного из мощнейших вазодилататоров сосудов. Выполненные исследования показали, что у лыжников ЭГ артериолы сохраняют высокую чувствительность с повышению температуры. По сравнению с показателем перфузии при температуре 10 градусов по Цельсию, при повышении температуры до 35 градусов величина интенсивности кровотока увеличивается на 228,88%, а у лыжников КГ чувствительность практически нулевая. Рост показателя составляет всего лишь 3,12%. И в дальнейшем за время исследования в ЭГ уровень перфузии оставался высоким, превышая к завершению исследования показатель в КГ на 44,78%. Из механизмов, обеспечивающих высокий уровень перфузии за время приема Симбиола у лыжников ЭГ следует указать на рост амплитуды на 21,15% нейрогенных и на 5,60% миогенных колебаний, при неизменной величине эндотелиального

фактора. У лыжников КГ рост амплитуды нейрогенных колебаний оказался ниже и не превышал 12,60%, миогенных – 13,34%, а эндотелиальных снизился на 56,40%. Менее выраженные изменения отмечаются по показателю респираторных колебаний. Вместе с тем, у лыжников ЭГ за время эксперимента показатель увеличивается на 11,81%, а у лыжников КГ – на 28,93%. Вклад пульсовых колебаний у ЭГ возрастает на 43,43%, а в КГ только на 10,79%. Отсюда пропускная способность артериолярного звена микроциркуляторного русла у лыжников ЭГ более чем в 4 раза выше по сравнению с испытуемыми КГ.

Повышение температуры приводит к плавному увеличению ферментативной активности, что связано с ускорением процессов формирования фермент-субстратного комплекса и всех последующих событий катализа. В нашем исследовании изначально также отмечается повышение активности окислительно-восстановительных реакций. В частности снижается величина показателя НАДН в обеих группах. Так, по сравнению с показателем при температуре 10 градусов величина НАДН у лыжников ЭГ снижается на 29,50%, а у спортсменов КГ – на 21,35%. Однако, после курсового приема Симбиола в ЭГ показатель НАДН повышается на 26,98%, а в КГ снижается на 40,53%, что означает усиление активности клеточного дыхания, направленного на образование дополнительных порций энергии в форме АТФ. Отсюда следует, что в состоянии относительного покоя организм спортсменов КГ тратит больше энергии, по сравнению с ЭГ. В данном случае употребление Симбиола выполняет энергосберегающую роль по отношению к клеткам, тканям и организму в целом. Низкая активность у ЭГ подтверждается и снижением показателя ФАД/НАДН за время эксперимента на 14,29%, при том, что у лыжников КГ при изначально повышенном значении (0,39 усл. ед.) этот показатель за время эксперимента повышается на 33,31%.