

9. Использование тренировки с дополнительным «мертвым» пространством (маска с удлиненной трубкой) в структуре тренировочного цикла бегунов на средние дистанции

В последнее время вновь внедряются в практику подготовки спортсменов тренировки с ДМП, которое оказывает комплексное воздействие, включающее гипоксический и гиперкапнический факторы, за счет выдыхаемого воздуха наряду с возросшим сопротивлением дыханию. ДМП создается за счет дыхания через маску с гофрированной трубкой различной величины. Были проведены исследования по медико-биологическому обоснованию применения ДМП в тренировочном процессе для повышения специальной выносливости. С этой целью была проведена серия экспериментальных исследований. Л.М. Перминов и тренеры ДЮСШОР А.А. Бебик и Ю.П. Орлов разработали и реализовали программу и структуру тренировки с ДМП.

В первой серии исследований участвовали бегуны ДЮСШОР – юноши и девушки 14–15 лет, которые, участвуя в педагогическом эксперименте, уже применяли ДМП в тренировочном процессе. Им был предложен стандартный беговой тест на тредбане со ступенчато-возрастающей каждые 2 минуты на 0,5 м/с скоростью, начиная с 2,5 м/с, при постоянном (5%) угле наклона дорожки до индивидуального «отказа» от работы. Тест выполнялся в трех вариантах: I – со свободным дыханием; II – с дыханием через ДМП в 500 см³ и III – через ДМП осуществлялся только вдох, т.е. сохранялась дополнительная нагрузка на инспираторные мышцы, но исключалось влияние гиперкапнического и гипоксического фактора.

Вторая серия экспериментов проводилась с группой юношей того же возраста, специализировавшихся в беге на 800 и 1500 м, тренировавшихся по обычной программе ДЮСШ. Изучались механизмы адаптации организма спортсменов к острому воздействию ДМП в различных условиях. Поэтому экспериментальная работа проводилась в два этапа – в лабораторных условиях (общая работоспособность) и в условиях естественной тренировки (специальная работоспособность).

В лабораторных исследованиях выполнялся такой же беговой тест, что и в первой серии, но в двух вариантах – с обычным дыханием (I) и с дыханием через ДМП в 500 см³ (II).

В естественных условиях (в манеже) спортсмены выполняли беговой (нестандартный) тест на дистанцию 1530 или 630 м (в зависимости от специализации) также в двух вариантах – со свободным дыханием и дыханием через ДМП. Каждому спортсмену в зависимости от личного результата задавалась скорость по кругам, одинаковая в I и II вариантах бега.

При тестировании в манеже изучались реакция ССС, по данным ЧСС, во время нагрузки и восстановления, АД и ЭКГ до и после нагрузки, а также параметры КЩС крови. В лабораторных условиях добавлялось изучение параметров внешнего дыхания и газообмена в нагрузке. В экспериментах участвовали И.К. Цепкова и Л.Ф. Муравьева.

Полученные данные по тестированию спортсменов в манеже показали, что метаболическая стоимость выполненного бега с ДМП (по данным КЩС крови, взятой на 3-й минуте восстановления) была выше у всех без исключения спортсменов. Наблюдался достоверно больший сдвиг в кислую сторону рН крови и увеличение дефицита оснований. Не наблюдалось достоверного прироста Р_{О₂}. Повышение Р_{СО₂} в крови отмечалось у большинства, но не у всех спортсменов, т.е. имелись индивидуальные проявления компенсаторных механизмов (респираторного, метаболического; рис. 23). Средняя ЧСС на дистанции и максимальная не имела отличия, индивидуальные графики повышения ЧСС в обоих вариантах теста в большинстве слу-



Рис. 23. Сдвиг параметров КЩС крови у легкоатлетов при выполнении беговых тестов в манеже

чаев совпадали (рис. 24). Реакция по ЭКГ на оба варианта нагрузки была без существенных различий. Однако пульсовой долей за первые 3 мин восстановления был достоверно выше при беге с ДМП наряду с более высоким АД и замедленным его восстановлением. Наблюдалось повышение диастолического давления, быть может происходящего за счет гиперкапнии (стимулятора ВНС). Уменьшение пульсового давления в сочетании с повышением диастолического может ухудшать кровоток и служить усилением гипоксической гипоксии.

При тестировании общей работоспособности спортсмена на тредбане в варианте с ДМП момент «отказа» наступал существенно раньше и при меньшей максимальной скорости бега, хотя метаболические сдвиги были аналогичны варианту теста со свободным дыханием. При выраженном снижении потребления кислорода и выделении CO_2 у всех спортсменов увеличивался МОД на всех ступенях нагрузки за счет резкого возрастания глубины дыхания при меньшей частоте (рис. 25). Этим достигалось последовательное снижение (по мере нарастания нагрузки) процента содержания газовой смеси во вдыхаемом воздухе. Восстановление протекало медленно (рис. 26). Работоспособность в тесте на тредбане со свободным дыханием у спортсменов данной группы была аналогична таковой у первой, экспериментальной, группы бегунов, уже применявших ДМП в тренировке. Однако характер энергообеспечения в целом носил более аэробный характер (рис. 27). При дыхании через ДМП сходны были адаптивные реакции, однако они носили более выраженный характер. Наблюдалась более выраженная индивидуализация компенсаторных реакций, протекающих у одних в большей степени за счет ССС, у других – за счет респираторной.

Таким образом, использование ДМП в нагрузках вызывает более раннее и значительное включение анаэробных механизмов энергообеспечения.

Использование ДМП включает разные сочетания компонентов дыхания, что способствует совершенствованию резервов дыхательной системы и эффективности аэробных возможностей.

Все это позволяет использовать ДМП в системе подготовки бегунов на средние дистанции, однако требует контроля за восстановлением спортсменов.

Педагогический эксперимент с использованием «гипоксической тренировки» (ДМП) проводился в течение 3 лет с группой спортсменов из 24 человек. Контрольная группа составила 20 человек.



Примечание. СПВ₃ – сумма пульса за 3 минуты восстановления.

Рис. 24. Динамика ЧСС при выполнении беговых тестов в манеже

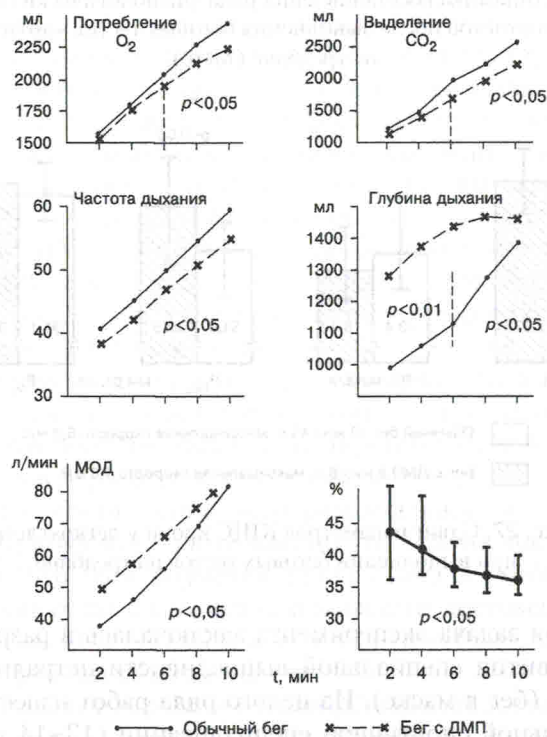


Рис. 25. Динамика параметров внешнего дыхания у легкоатлетов во время выполнения беговых тестов «до отказа» на тредбане

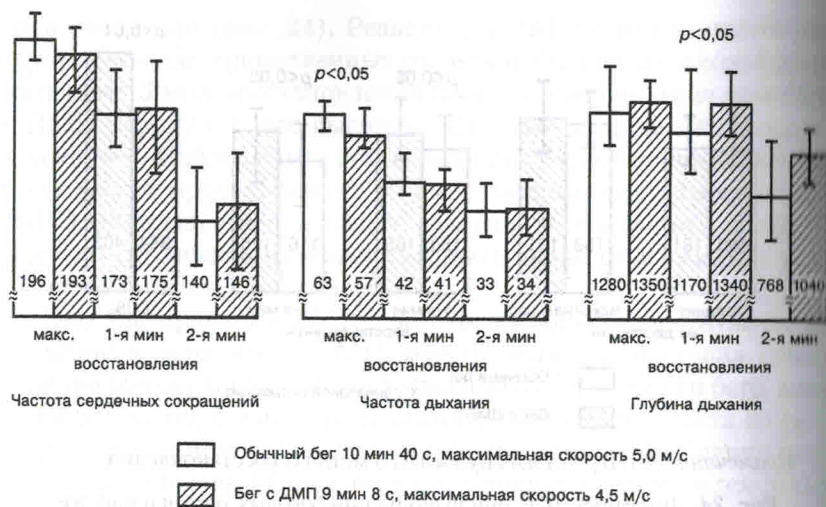


Рис. 26. Динамика восстановления ряда физиологических функций у легкоатлетов после выполнения беговых тестов «до отказа» на тредбане (Мср.)

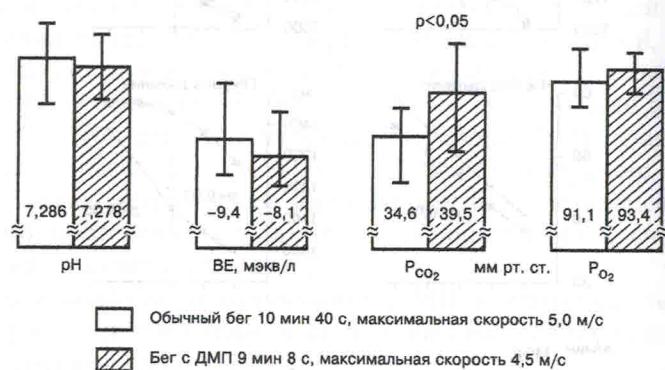


Рис. 27. Сдвиг параметров КИЦС крови у легкоатлетов при выполнении беговых тестов на тредбане

Основная задача эксперимента заключалась в разработке методики развития специальной выносливости нетрадиционными средствами (бег в маске). Из целого ряда работ известно, что на этапе начальной спортивной специализации (13–14 лет) основное – закладка базы разносторонней общефизической подготовленности. Только в последующие годы спортсмены приступают

к освоению специальной выносливости. В связи с этим в настоящем исследовании приняли участие спортсмены 2–3–4 годов обучения в учебно-тренировочных группах и 1-го года обучения в группах спортивного совершенствования.

Недельный цикл экспериментальной тренировки включал беговые отрезки в маске из расчета 2–3 раза в неделю. Общее количество тренировок в неделю для учебно-тренировочной группы – 5 раз в неделю (14–15 лет) и 6 раз в неделю (16–17 лет). Модель структуры беговых средств годичного цикла юношей 14–17 лет (экспериментальная группа), разработанная Л.М. Перминовым, представлена в Приложении 3 (рис. 1–3).

В учебно-тренировочной группе 2-го года обучения (13–14 лет) проводились тренировочные занятия по общепринятой методике (на основе программы для ДЮСШ и СДЮШОР), где значительная часть времени отводилась для решения основной задачи разносторонней физической подготовки. Для спортсменов 14–15 лет, наряду с задачей разносторонней физической подготовки, ставилась задача по развитию специальной выносливости, что и решалось с помощью применения бега в маске. Спортсмены экспериментальной группы выполнили существенно больший объем работы в смешанной зоне, чем спортсмены контрольной группы. В конце года проводились педагогические контрольные испытания для определения уровня специальной выносливости: бег 30 м (с ходу – с/х), 30 м (нижняя стойка – н/с), 300 м, 400 м, 600 м, 800 м, 1000 м. Для определения общей выносливости проводился бег 60% от максимальной скорости, для определения уровня скоростно-силовых качеств спортсмены выполняли прыжки с места, тройной прыжок с места.

В начале исследований экспериментальная группа по уровню подготовленности соответствовала контрольной группе, где достоверных различий не обнаружено. В результате проведения экспериментальной работы в конце каждого года было проведено тестирование спортсменов экспериментальной и контрольной групп по физической подготовленности. Анализ показал, что по окончании 3-го года обучения (14–15 лет) в учебно-тренировочных группах по ряду тестов произошли достоверные различия: в беге на 30 м с/х, 30 м н/с, 400 м ($p < 0,01$), 600 м, 800 м ($p < 0,05$), тройном прыжке с места.

По окончании 4-го года обучения (15–16 лет) достоверные различия отмечались: в беге 30 м с/х, 60 м н/с; в тройном прыжке с места и прыжке с места ($p < 0,01$), в беге на 400 м ($p < 0,01$), 800 м ($p < 0,01$), 600 м ($p < 0,05$).

В группе спортивного совершенствования (16–17 лет) по окончании 1-го года обучения достоверные различия отмечались: в беге на 60 м ($p < 0,05$), 300 м ($p < 0,05$), 400 м, 600 м, 800 м, 1000 м, тройном прыжке с места и прыжке с места ($p < 0,01$).

Бег в маске в условиях ДМП способствовал выполнению спортсменами работы более высокой мощности, приводя к увеличению объема работы в смешанной зоне от 18,5 до 31,9% против 10–12%, предусмотренного программой для ДЮСШ (1990 г.). Повышение уровня специальной выносливости способствовало выполнению нормативов для бегунов на средние дистанции без применения больших объемов бега.

Бег в затрудненных условиях дыхания (ДМП) при меньшем объеме способствовал развитию аэробных возможностей. Так, по данным PWC_{170} , показатели МПК экспериментальной группы мало отличались от показателей МПК спортсменов контрольной группы, но по уровню спортивно-технических результатов достоверно превосходили их.

Рост уровня результатов экспериментальной группы отмечался главным образом за счет повышения общей доли смешанного режима энергообеспечения.

Таким образом, использование в тренировочном процессе бегунов на средние дистанции ДМП дает возможность увеличить объем беговых отрезков, развивающих специальную выносливость, и при меньших объемах бега способствует достижению тренировочного эффекта более высоких спортивно-технических результатов.

10. Гипоксическая модель тестирования как метод оценки функционального состояния и индивидуальной устойчивости к работе в гипоксии

В настоящем исследовании была поставлена задача создать экспериментальную модель напряженной мышечной работы для оценки в лабораторных условиях уровня функциональных возможностей и индивидуальной устойчивости организма у спортсменов высокой квалификации, тренирующихся с повышенными нагрузками. Использование в этих условиях обычных методов не всегда ориентирует в отношении устойчивости организма к значительным изменениям его внутренней среды, развивающимся в процессе интенсивных и продолжительных физических нагрузок.

Были проведены испытания по выявлению приспособления к гипоксии, поскольку напряженная мышечная работа в большинстве видов спорта протекает на фоне более или менее выраженной кислородной недостаточности, лимитирующей работоспособность организма.

Работы, связанные с исследованием мышечной деятельности в условиях пониженного содержания кислорода во вдыхаемом воздухе (Маршак М.Е., 1953; Войткевич В.И., 1955; Маршак М.Е., Маева Т.А., 1956, Лорентцен И.Ф., 1962), преследовали несколько иную цель. Для изучения приспособительных реакций организма к физическим упражнениям у спортсменов многие авторы использовали гипоксемическую пробу – произвольную задержку дыхания на полном вдохе или полном выдохе с регистрацией уровня насыщения артериальной крови кислородом (Грачева Р.П., 1952, 1955, 1960; Маршак М.Е., 1953; Дембо А.Г., 1957, 1959; Тихвинский С.Б., 1958; Гандельсман А.Б., 1958–1961, 1963 и др.). Другие с той же целью применяли пробу с дыханием в замкнутом пространстве до предела индивидуальной переносимости (Гандельсман А.Б., 1963 и др.).

В наших исследованиях испытуемому предлагалась повторная работа мощностью 1000 кгм/мин, продолжительностью 3 мин на велоэргометре со скоростью 60 об./мин. Первая работа выполнялась в условиях нормального режима дыхания обычным атмосферным воздухом, а три последующих повторения – при дыхании газовой смесью, содержащей 85% азота и 15% кислорода. Интервал отдыха между работами достигал 5 мин, во время которого испытуемый дышал атмосферным воздухом.

В процессе мышечной деятельности регистрировались: насыщение крови кислородом на оксигемографе, ЭКГ в переднем отведении по Небу (усиление 1 $mv = 3$ мм), частота дыхания и электромиограмма с икроножной мышцы и переднего разгибателя левой голени (при усилении 100 mkv на 1 мм). До начала эксперимента после каждой работы измерялось АД. До работы и через 10 мин после завершения ее исследовалась лабильность НМА методом электростимуляции на прямой мышце левого бедра. На 3-й минуте каждой работы проверялось процентное содержание кислорода и углекислоты. Тотчас и через 30 мин после окончания опыта бралась проба крови для исследования фагоцитарной способности лейкоцитов и ферментативной активности внутриклеточной пероксидазы и цитохромоксидазы, определений диаметра эритроцитов, эозинопенической реакции крови, содержания гемоглоби-

на и количества эритроцитов. Кроме того, определялась ванилилминдальная кислота (ВМК) и креатинин в моче.

Исследование осуществлено на группе лиц (28 чел.) в возрасте 19–30 лет, практически здоровых и регулярно занимающихся спортом. В работе принимали участие А.М. Якимов, Н.И. Мартынов, А.Н. Некрасов.

В условиях работы при дыхании газовой смесью, содержащей 15% кислорода, насыщение крови кислородом снижалось до 49–60% у 10, до 61–70% – у 12 и до 71–80% – у 6 человек. Известно, что снижение насыщения крови кислородом до 70–40% сопровождается явлениями декомпенсации функций организма – так называемая III степень гипоксии (Колчинская А.З., 1963). В наших исследованиях при такой значительной гипоксемии спортсмены выполняли физическую работу общей мощностью 9000 кгм, хотя переносили ее не все одинаково. Отмечены в разной степени выраженности внешние признаки утомления, необычные для хорошо физически подготовленных спортсменов: цианотичность кожи лица и слизистых оболочек губ, повышенное потоотделение; были жалобы на нарушение нормального дыхания и затрудненный выдох. В целом, однако, общее состояние спортсменов, выполнивших мышечную работу при выраженной кислородной недостаточности, можно было оценить как вполне удовлетворительное. Жалоб на тошноту, головокружение, головные боли или слабость никто из испытуемых не предъявлял.

Мышечная работа в условиях гипоксии сопровождалась сдвигами функционального состояния НМА, по сравнению с аналогичной работой в условиях дыхания атмосферным воздухом. Так, в процессе работы при дыхании атмосферным воздухом частота токов действия мышц и их амплитуда не претерпевали существенных изменений от начала работы к ее окончанию (к 3-й минуте). Лабильность НМА, по данным электрической стимуляции прямой мышцы левого бедра после мышечной работы при дыхании атмосферным воздухом, осталась на том же уровне или даже повышалась: величины оптимального и максимального ритма сдвигались в сторону более высоких частот.

В процессе нагрузки в гипоксических условиях у части (6 чел.) обследуемых гипоксия не оказывала отрицательного влияния; частота токов действия увеличивалась по мере повторения нагрузки и удерживалась на высоком уровне до конца работы; одновременно последовательно снижалась амплитуда биотоков до 70% от исходной величины. При этом лабильность НМА, по данным электростимуляции, чаще всего характеризовалась увеличением

пикового потенциала, оптимального и максимального ритмов, что свидетельствовало о хорошем функциональном состоянии НМА. Содержание CO_2 в выдыхаемом воздухе у этих лиц было равным 4,1%, поглощение O_2 составляло в среднем 4,2%. Насыщение же крови кислородом снижалось до 62%.

Почти у половины (13 чел.) исследованных отмечены умеренные изменения функционального состояния НМА; частота токов действия мышц удерживалась на исходном уровне или падала до 90% при уменьшении амплитуды до 90–80%; биоэлектрический ответ на электростимуляцию характеризовался снижением величины пикового потенциала и небольшими сдвигами оптимального и максимального ритмов в сторону более низких частот. Содержание CO_2 в выдыхаемом воздухе не превышало 3,8%, поглощение O_2 – 4,3%, падение оксигенации – до 67%.

Более значительное снижение функционального состояния НМА выявлено у 8 человек: частота токов действия падала от работы к работе на 90% ниже исходной величины, при этом амплитуда биопотенциалов оставалась почти такой же; электростимуляция в этих случаях чаще всего вызывала снижение величины пикового потенциала и уменьшение границ оптимального и максимального ритмов. В этих случаях содержание CO_2 в выдыхаемом воздухе было равно 3,9%, поглощение O_2 – 4,4%, оксигенация падала до 62%.

Разная устойчивость организма к напряженной работе проявилась также при исследовании функционального состояния ССС.

Постоянная регистрация ЭКГ в процессе работы позволила установить, что мышечная работа при гипоксии сопровождалась несколько более частым ритмом (в среднем величина $R-R = 0,40$ с), чем во время работы с обычным режимом дыхания (0,46 с). Интересно отметить, что в первые 15 с ЧСС при дыхании смесью, обедненной кислородом, и при нормальном дыхании была почти одинаковой: в первом случае интервал $R-R$ составлял в среднем 0,68 с, во втором – 0,67 с. По-видимому, гипоксический фактор мало влияет на первоначальное учащение; основное значение в начальном учащении ритма имеет условно-рефлекторный механизм, связанный с мышечной работой.

В $1/3$ исследований к концу работы при втором и третьем повторении возникало отчетливое нарушение ритма сердечной деятельности – экстрасистолия, чаще желудочковая. В противоположность этому при нормальном дыхании атмосферным воздухом экстрасистолия вообще не регистрировалась.