**Практическое занятие №4. Использование баротерапии в спорте**

**Цель занятия**: ознакомиться с особенностями использования баротерапии в восстановлении работоспособности спортсменов

Сущность этого метода заключается в том, что при дыхании кислородом под повышенным давлением происходит увеличение емкости жидких сред организма для кислорода, составляющих около 70 % массы тела (кровь, лимфа, тканевая жидкость и т. д.). В конечном счете это ведет к развитию гипероксии, то есть повышенному содержанию (напряжению) кислорода в жидкостях и тканях организма, и является основой физиологического, а при передозировке - и патологического эффекта.

Увеличение кислородной емкости жидких сред организма происходит в соответствии с законом Генри-Дальтона, согласно которому газы растворяются в жидкостях пропорционально их парциальным давлениям.

В обычных условиях основной путь транспорта кислорода кровью состоит в его переносе в виде оксигемоглобина (НbО2), и лишь незначительная его часть транспортируется в физически растворенном виде. Так, расчетным и эмпирическим способами установлено, что в состоянии покоя минутным объемом крови (5000 мл) у взрослого человека транспортируется около 1000 мл кислорода в связанном с гемоглобином (Нb) состоянии и только около 15 мл - в физически растворенном виде.

Следует отметить, что для обеспечения нормальных окислительно-восстановительных процессов взрослый человек в состоянии покоя потребляет 225-250 мл кислорода в минуту, т.е. находящийся в капиллярах оксигемоглобин диссоциирует не весь, а лишь его часть, а остальная часть (750 мл) составляет физиологический резерв (1000-250=750). При физических нагрузках величины этих показателей изменяются пропорционально увеличению минутного объема крови.

При увеличении содержания кислорода во вдыхаемой газовой смеси повышается рО2 в альвеолярном воздухе. Так, при вдыхании кислорода в нормобарических условиях (рО2=0,1МПа), когда дыхание осуществляется в среде "чистого" кислорода (100 %) вместо дыхания воздухом (20 % кислорода), рО2 в альвеолярном воздухе становится равным 550-560 мм рт. ст., что в 5 раз больше по сравнению с дыханием воздухом в этих условиях (100-110 мм рт. ст.). Следовательно, в этом случае кислород в растворенном в крови виде будет доставляться к тканям уже в количестве 75 мл в минуту (15 мл х 5=75 мл).

При дыхании кислородом в условиях повышенного давления, например на одну избыточную атмосферу (рО2=0,2 МПа) физически растворенного в крови кислорода будет содержаться 150 мл (75 мл х 2=150 мл), а при общем давлении в две избыточные атмосферы (рО2=0,3 МПа) - 225 мл (75 мл х 3=225 мл), т.е. как раз то его количество, которое необходимо для обеспечения всех окислительно-восстановительных процессов в организме человека. В последнем случае, при рО2, равном 0,3 МПа, оксигемоглобин не диссоциирует в тканевых капиллярах, выключается из транспорта как переносчик кислорода, становится как бы ненужным. Вместе с тем, что не менее важно, такой процесс насыщения крови кислородом в условиях ГБО обеспечивает высокий градиент напряжения кислорода на уровне каскада "тканевой капилляр - ткань", что обусловливает увеличение количества кислорода, проходящего через ткань в 1 мин, или, иными словами, увеличивает объемную скорость прохождения кислорода через ткань. Даже при сравнительно низкой скорости капиллярного кровотока высокое артериальное парциальное напряжение кислорода обеспечивает его более интенсивную диффузию в ткани, а следовательно, возмещает возможный дефицит кислорода для обеспечения обменных процессов.

Именно благодаря способности метода ГБО компенсировать метаболические потребности организма в кислороде при снижении скорости кровотока в целом или отдельных участках тела возможны многие важные положительные эффекты, возникающие в организме спортсмена.

Увеличивая кислородную емкость жидких сред организма, ГБО способствует повышению уровня содержания кислорода в тканях, что приводит к образованию некоторого резерва кислорода. Следует обратить внимание на то, что до настоящего времени не существует единого мнения по поводу количества этих запасов. Однако, несмотря на различия в подходах к определению резервов кислорода, большинство ученых едины в мнении, что в целом запасы эти невелики и не дают оснований рассчитывать на увеличение работоспособности спортсменов за счет реализации депо кислорода, образующегося в их организме в результате предварительного дыхания кислородом под повышенным давлением. Необходимо подчеркнуть, что даже максимальный резерв кислорода (3,5 л), создаваемый при дыхании под давлением 0,3 МПа, не может играть существенной роли при выполнении физической работы.

Тем не менее в общих чертах основные преимущества ГБО по сравнению с дыханием кислородом в нормобарических условиях сводятся к следующему. ГБО, во-первых, компенсирует практически любую форму гипоксии, в том числе гемодинамическую, которая имеет место, в частности, при выполнении спортсменами тяжелой физической работы (гиперметаболическая гипоксия); во-вторых, существенно удлиняет расстояние эффективной диффузии кислорода в тканях; в-третьих, обеспечивает метаболические потребности тканей при снижении объемной скорости кровотока и, наконец, в-четвертых, создает определенный резерв кислорода в организме.

В то же время практический опыт и научные исследования многих ученых показывают, что действие гипербарической оксигенации не может быть объяснено только с позиции физико-химической теории, так как действие кислорода под повышенным давлением не сводится к простой ликвидации гипоксии.

На сегодняшний день наиболее полной концепцией, объясняющей многие вопросы положительного влияния ГБО на организм человека, является адаптационно\_метаболическая концепция А. И. Леонова [3], который первым увязал ГБО с процессами адаптации. Эта теория получила дальнейшее развитие в работах С. О. Киселева [2].

В целом процессы, происходящие в организме под действием ГБО и составляющие основу механизма ее действия, можно свести к следующим:

1) формирование неспецифических и специфических адаптационных реакций организма в ответ на изменение условий внешней (давление, газовый состав, замкнутый объем и др.) и внутренней (гипероксемия и пр.) сред, что опосредованно, через гипоталамо-гипофизарную и симпато-адреналовую системы, приводит к функциональным и метаболическим перестройкам в организме на разных уровнях;

2) стимуляция, а точнее нормализация, биоэнергетических процессов в поврежденных тканях и органах за счет воздействия на митохондриальное окисление (аккумуляция и депонирование энергии в виде АТФ и др.) в связи с устранением кислородного дефицита в очагах повреждения;

3) дезинтоксикационный эффект (влияние на микросомальное окисление);

4) создание благоприятных условий для устранения гипоксии, обусловленной затруднением доставки кислорода к мишени (органу, ткани, клетке), за счет повышенного содержания кислорода в плазме и увеличения кислородной емкости крови в целом под влиянием избыточного барометрического давления;

5) психотерапевтическое действие;

6) комбинация вышеуказанных эффектов. Наряду с положительным действием гипербарического кислорода необходимо сказать несколько слов о его отрицательном действии при определенных условиях.

Действие кислорода на различные функции организма до появления начальных признаков отравления считается физиологическим. По мнению ученых [1, 3, 4], физиологическое влияние кислорода следует рассматривать как несколько условное понятие, так как, например, изменения метаболизма на молекулярном уровне, имеющие отношение к кислородной интоксикации, возникают еще задолго до появления клинически выраженного токсического действия кислорода.

Поэтому при действии ГБО часто бывает затруднительным провести четкую грань между её физиологическим и начинающимся токсическим эффектом, таккак оба эти эффекта связаны с реализацией высокого окислительного потенциала гипероксии.

В настоящее время есть основания полагать, что благоприятные эффекты гипероксии реализуются на фоне развертывания приспособительных реакций на различных уровнях функционирования организма. При этом ведущую роль в уравновешивании систем организма с внешней средой играет нервная система, возникающие в которой изменения зависят от величины и продолжительности действия кислорода под повышенным давлением (хроноконцентрационный эффект), типа нервной системы и индивидуальной чувствительности человека к кислороду.

Влияние повышенного давления кислорода на нервную систему человека носит двухфазный характер: в начальном периоде отмечается активация нервной деятельности, в последующем (через 40-60 мин дыхания) в зависимости от величины рО2 и типа нервной деятельности фаза активации постепенно сменяется фазой торможения.

При достаточно продолжительной экспозиции (в течение нескольких часов) токсическое действие кислорода под давлением 0,05-0,17 МПа в первую очередь проявляется нарушением функции легких (эффект Лоррен-Смита), а при давлении свыше 0,17 МПа определяется нарушение функций центральной нервной системы (эффект Бера). Эти нарушения также сопровождаются разнообразными поражениями многих органов и тканей. При давлении кислорода 0,10,4 МПа они иногда выявляются до возникновения легочной и судорожной форм отравления кислородом и классифицируются как общетоксическая форма кислородного отравления [1].

В заключение следует еще раз отметить, что действие ГБО проявляется благодаря фундаментальным свойствам: стимулирующему, ингибирующему и заместительному, придающим ей функцию адаптогенного биорегулятора нормальной и патологической клетки. Это открывает широкие возможности применения ГБО в целях восстановления и повышения работоспособности спортсменов.