

(19) **KG** (11) **534** (13) **C1**

ГОСУДАРСТВЕННОЕ АГЕНТСТВО ПО НАУКЕ И
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ (КЫРГЫЗПАТЕНТ)

(51)⁷ **A61B 5/02, 5/08, 5/02 05**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

к предварительному патенту Кыргызской Республики

(21) 20020026.1

(22) 15.05.2002

(46) 30.11.2002, Бюл. №11

(76) Сарыбаев А.Ш., Сабилов И.С., Сыдыков А.С., Марипов А.М. (KG)

(56) Бреслав И.С., Иванов А.С. Дыхание и работоспособность человека в горных условиях. – Алма-Ата: Гылым, 1990. – 69 с.

(54) **Способ отбора лиц для работы в условиях высокогорья**

(57) Изобретение относится к области медицины, в частности, к способам для отбора лиц для определения пригодности к работе в условиях высокогорья.

Задача изобретения состоит в разработке способа отбора, позволяющего повысить его эффективность. Задача решается тем, что в способе отбора лиц для определения пригодности к работе в условиях высокогорья, включающем определение показателя физической работоспособности, дополнительно определяют показатели гипоксического вентиляторного ответа и гипоксической легочной вазореактивности, при этом лица считаются пригодными к работе, если отрицательными для них будут два или более показателя. 1 пр., 1 табл.

Изобретение относится к области медицины, в частности, к способам для отбора лиц, пригодных к работе в условиях высокогорья.

Известно, что люди по-разному переносят пребывание в горах. Одни приспосабливаются к условиям горного климата без видимого ухудшения функционального состояния, у других процесс острой акклиматизации сопровождается рядом функциональных расстройств, порой даже угрожающих жизни. Даже на умеренных высотах 3000-3500 м над уровнем моря у людей могут развиваться различные высокогорные болезни, такие как острая горная болезнь (ОГБ), высокогорный отек легких, высокогорный отек мозга, кровоизлияния в сетчатку и высокогорная легочная гипертензия.

Поэтому в последнее время все большее внимание уделяется прогнозированию индивидуальной работоспособности человека в горных условиях и предрасположенности его к развитию тяжелой острой горной болезни и ее осложнений, в том числе на основании определения функциональных резервов кардиореспираторной системы в обычных условиях клинического статуса.

Но, в настоящее время, еще не установлены общепринятые показатели, на основании которых можно было бы прогнозировать снижение физической работоспособности

или развитие тяжелых форм высокогорных болезней, которые могут развиваться при подъеме на высокогорье.

Существующие различные методы для прогнозирования успешной адаптации к высокогорью или определения предрасположенности к развитию различной высокогорной патологии, недостаточно эффективны, и при их применении на практике были получены противоречивые результаты относительно возможности прогнозирования развития различных дизадаптационных расстройств, что обусловлено сложностью патогенеза и участием множества факторов в развитии данных заболеваний.

Целесообразнее и надежнее использовать комбинацию различных методов, основанных на предварительном проведении различных тестов еще до подъема в горы, и на основе оценки их результатов выделять особую группу людей, имеющих высокий риск развития высокогорных болезней. В связи с этим представляется целесообразным использование комплексного способа для отбора лиц на предмет пригодности к работе или пребыванию в высокогорье.

Известен способ отбора лиц для определения пригодности к работе в условиях высокогорья путем определения физической работоспособности по пробе PWC_{170} (Бреслав И.С., Иванов А.С. Дыхание и работоспособность человека в горных условиях. – Алма-Ата.: Гылым, 1990. – 69 с).

Способ недостаточно эффективен, т. к. производится определение только одного показателя физической работоспособности, что не достоверно и не эффективно.

Задача изобретения состоит в разработке комплексного способа отбора, позволяющего повысить эффективность отбора лиц для работы в условиях высокогорья.

Задача решается тем, что в способе отбора лиц для работы в условиях высокогорья, включающем определение показателя физической работоспособности, дополнительно определяют показатели гипоксического вентиляторного ответа и гипоксической легочной вазореактивности, при этом лица считаются пригодными, если отрицательными для них будут два или более показателя.

Отбор лиц на предмет пригодности к работе и пребыванию в высокогорье включает в себя определение нескольких показателей, после проведения общеклинических обследований, с помощью которых, еще до проведения специальных методов отбора, необходимо исключить наличие сопутствующих заболеваний (мигрень, аллергия на медикаменты), исследовать функции ССС, дыхательной системы, мочевыделительной системы и, для исключения аномалий и отклонений, исследовать лабораторные данные.

При наличии каких-либо отклонений от нормы данные лица рассматриваются как имеющие риск развития высокогорных болезней. В случае, если результаты общеклинических исследований не имеют отклонений от нормы, назначаются специальные методы исследования, последовательность проведения которых не имеет существенного значения.

При выявлении показателей, отличающихся от нормальных по двум и более специальным методам отбора, обследуемый рассматривается, как субъект, имеющий повышенный риск развития тяжелых форм ОГБ.

Определяют физическую работоспособность в нормо- и гипоксических условиях у всех обследуемых исходно исследуют функцию внешнего дыхания, электрокардиографию по 12 общепринятым показателям, эхокардиографию, велоэргометрию, насыщение крови кислородом, анализы крови и мочи для исключения сопутствующих заболеваний.

Физическую работоспособность (ФР) определяют в тесте PWC_{170} . Одновременно проводится оценка ответной реакции ССС и дыхательной систем исходно в условиях нормоксии и в барокамере. Необходимая аппаратура: велоэргометр, пальцевой пульсоксиметр, монитор сердечного ритма, барокамера.

Первоначально проводят оценку ФР в гипоксических условиях в барокамере на имитированной высоте 4800 м. В состоянии покоя и во время физической нагрузки оценивают общее состояние обследуемого и регистрируют следующие показатели: частоту

сердечных сокращений (ЧСС), частоту дыхания (ЧД), артериальное давление (АД), насыщение крови кислородом (SaO_2). На следующий день аналогичным образом проводят оценку ФР в обычных условиях нормоксии. Рассчитывают следующие показатели:

- показатель ответной реакции сердечнососудистой системы (ОРС), $\text{ОРС} = (\text{ЧСС}_{\text{нгип}} - \text{ЧСС}_{\text{норм}}) / (\text{SaO}_{2\text{нгип}} - \text{SaO}_{2\text{норм}})$, где $\text{ЧСС}_{\text{нгип}}$ -ЧСС в барокамере при 2-й нагрузке, $\text{ЧСС}_{\text{норм}}$ -ЧСС при 2-й нагрузке в условиях нормоксии;
- десатурация в покое $d\text{SaO}_2 = \text{SaO}_{2\text{норм}} - \text{SaO}_{2\text{нгип}}$ – это разница между насыщением артериальной крови кислородом в покое в условиях нормоксии и насыщением артериальной крови в барокамере;
- десатурация при физической нагрузке $d\text{SaO}_2 = \text{SaO}_{2\text{норм}} - \text{SaO}_{2\text{нгип}}$ – это разница между насыщением артериальной крови кислородом при 2-й физической нагрузке в условиях нормоксии и насыщением артериальной крови в барокамере;
- частота дыхания при 2-й физической нагрузке в барокамере ($\text{ЧД}_{\text{нгип}}$);
- разница между показателем ФР в условиях нормоксии и в барокамере, $d\text{PWC}_{170} = (\text{PWC}_{170\text{норм}} - \text{PWC}_{170\text{нгип}}) / \text{PWC}_{170\text{норм}} \times 100$, где $\text{PWC}_{170\text{норм}}$ -показатель ФР в условиях нормоксии, PWC_{170} – показатель ФР в барокамере.

Значения показателей у лиц, не подверженных ОГБ и ее осложнениям, оценивают по следующим критериям $\text{ОРС} > 0.56$, $d\text{SaO}_2 < 15$, $d\text{SaO}_2 < 26$, $\text{ЧД}_{\text{нгип}} < 30$, $d\text{PWC}_{170} < 30$. Если 3 и более из определяемых показателей не соответствуют указанным пределам, то испытуемый рассматривается как субъект, подверженный тяжелой ОГБ и ее осложнениям.

Гипоксический вентиляторный ответ (ГВО) дополнительно определяют по методике «возвратное дыхание». Для этих целей используется любая доступная аппаратура, которая включает в себя мешок Дугласа, соединенный с помощью трубочек и специального клапана Рудольфа с загубником, капнограф, пульсоксиметр, помпу, адсорбент углекислого газа, персональный компьютер со специально разработанным пакетом программ для обработки показаний приборов. Согласно этой методике, парциальное давление O_2 в выдыхаемом воздухе (PetO_2) постепенно снижается примерно до уровня 40 Торр в течение 5-10 минут, в то время как парциальное давление окиси углерода в выдыхаемом воздухе (PetCO_2) поддерживается на постоянном первоначальном уровне, зарегистрированном при дыхании комнатным воздухом. Возвратное дыхание в резиновый мешок с адсорбентом CO_2 и ручной регуляцией скорости адсорбции используется для получения прогрессирующей изокапнической гипоксии. На протяжении всего исследования из-за возможности развития опасных осложнений гипоксии проводится мониторинг насыщения крови O_2 с помощью пальцевого пульсоксиметра, а также наблюдение за состоянием пациента. Гипоксический вентиляторный ответ оценивается как изменение минутной вентиляции (Ve) и давления в полости рта в начале вдоха ($dP_{0.1}$) на единицу изменения насыщения артериальной крови кислородом (SaO_2): $d\text{Ve}/d\text{SaO}_2$ и $dP_{0.1}/d\text{SaO}_2$. Нормальные показатели $\Delta\text{Ve}/\text{SaO}_2 > 1$ и $dP_{0.1} / d\text{SaO}_2 < 0.2$.

Гипоксическую легочную вазореактивность определяют посредством ультразвукового исследования сердца и проводят на аппарате с доплерэхокардиографической приставкой с использованием датчика с частотой 2.5 МГц. В положении обследуемого лежа на спине или на левом боку из парастернального и верхушечного доступов в позиции длинной и короткой осей левого желудочка определяются размеры полостей сердца и толщина стенок.

Используя парастернальную позицию короткой оси аортального клапана, визуализируют легочную артерию для доплеровского исследования кровотока в ней. Контрольный объем крови располагается в выходном тракте правого желудочка на уровне клапана легочной артерии. Среднее ЛАД рассчитывают путем определения времени ускорения систолического легочного потока.

Насыщение крови кислородом определяют с помощью пальцевого пульсоксиметра, при вдыхании газовыми смесями с обедненным содержанием кислорода (10-11%) в течение 15 минут.

Регистрируют следующие показатели: среднее легочное артериальное давление (сред ЛАД), общее легочное сосудистое сопротивление (ОЛСС), сердечный выброс (СВ), ЧСС, ЧД, SaO_2 , артериальное давление. На основании собственных наработок и данных литературы значения показателей у лиц, не подверженных ОГБ и ее осложнениям во время дыхания газовой смесью составляют: прирост сред ЛАД и ОЛСС менее чем на 100%, на высоте гипоксии ЧСС < 120 уд/мин, ЧД < 30 в мин, $\text{SaO}_2 > 65\%$.

Пример.

Были обследованы сотрудники горнодобывающей компании, работающие вахтовым методом на высоте 3700-4200 м над уровнем моря. На основании ежегодных медосмотров все были признаны практически здоровыми. Всего обследовано 83 практически здоровых человека в возрасте от 19 до 52 лет, работающих вахтовым методом на руднике Кум-Тор (3800-4200 м над уровнем моря). Из всех обследованных 71 человек никогда не испытывали симптомов ОГБ, либо отмечались симптомы ОГБ легкой степени тяжести, и у 12 человек ранее развивались тяжелые формы ОГБ, вследствие чего они были признаны не пригодными к работе в условиях высокогорья. Степень выраженности симптомов оценивалась согласно Лейк-Льюисскому протоколу 1991 года. Специальные методы исследования включали определение гипоксического вентиляторного ответа, физической работоспособности в нормо- и гипоксических условиях, реактивности легочных сосудов на острую гипоксию.

Результаты обследования работающих людей в условиях высокогорья специальными методами, приведены в таблице.

Таблица

Показатели	Количество обследуемых, у которых нет симптомов ОГБ или незначительные		Количество обследуемых с тяжелыми симптомами ОГБ	
	Нормальные показатели	Отклонения	Нормальные показатели	Отклонения
Гипоксический вентиляторный ответ	62	9	6	6
Физическая работоспособность	59	12	3	9
Гипоксическая легочная вазореактивность	61	10	3	9
ГВО, ФР, ГЛВ	70	1	1	11

При определении гипоксического вентиляторного ответа нормальные показатели были обнаружены у 68 человек, отклонения выявлены у 15. Причем только у 6 человек с тяжелой формой ОГБ в анамнезе выявлены отклонения от нормальных значений, тогда как у остальных 6 показатели были в пределах нормы. В то же время отклонения были выявлены у 9 успешно адаптирующихся человек.

При определении физической работоспособности в нормо- и гипоксических условиях нормальные показатели были обнаружены у 62 человек, отклонения были выявлены у 21. Причем только у 9 человек с тяжелой ОГБ в анамнезе выявлены отклонения от нормальных значений, тогда как у остальных 3 человек показатели были в пределах

нормы. В то же время отклонения были выявлены и у 12 успешно адаптирующихся человек.

При определении гипоксической легочной вазореактивности, т.е. реактивность легочных сосудов на острую гипоксию, нормальные показатели были обнаружены у 64 человек, отклонения выявлены у 19. Причем только у 9 человек с тяжелой ОГБ в анамнезе выявлены отклонения от нормальных значений, тогда как у остальных 3 показатели были в пределах нормы. В то же время отклонения были выявлены и у 10 успешно адаптирующихся человек. Таким образом, у 11 человек с выраженными признаками острой горной болезни, признанных не пригодными для работы в условиях высокогорья отмечались изменения одновременно двух и более параметров: сниженный гипоксический вентиляторный ответ, значительное снижение физической работоспособности в гипоксических условиях на имитированной высоте и повышенная гипоксическая легочная вазореактивность. Только у одного человека с тяжелой ОГБ в анамнезе не было выявлено изменений по 2 и более показателям. В то же время у успешно адаптирующихся людей наблюдались значительная межиндивидуальная вариабельность значений изучаемых показателей.

Прогнозировать предрасположенность к развитию тяжелых форм высокогорной патологии на основании раздельной оценки значений изучаемых показателей у групп обследованных невозможно, из-за получения противоречивых результатов. Поэтому, использование комплексного метода отбора лиц на предмет пригодности к работе или пребыванию в высокогорье позволяет с большей надежностью выделять особую группу людей, имеющих высокий риск развития высокогорных болезней (тяжелых форм острой горной болезни, острого высокогорного отека легких, высокогорного отека мозга, высокогорной легочной гипертензии и высокогорного легочного сердца), как при кратковременном, так и при длительном пребывании в высокогорье.

Формула изобретения

Способ отбора лиц для работы в условиях высокогорья, включающий определение показателя физической работоспособности, отличающийся тем, что дополнительно определяют показатели гипоксического вентиляторного ответа и гипоксической легочной вазореактивности, при этом лица считаются пригодными к работе, если отрицательным для них будут два или более показателя.

Составитель описания
Ответственный за выпуск

Грунина И.Ф.
Арипов С.К.

Кыргызпатент, 720021, г. Бишкек, ул. Московская, 62, тел.: (312) 68 08 19, 68 16 41, факс: (312) 68 17 03