

Государственное бюджетное учреждение дополнительного образования
«Эколого-биологический центр Министерства просвещения, науки и по
делам молодежи Кабардино-Балкарской республики»

Кабардино-Балкарская республика, городской округ Нальчик

Детское объединение «Биология в проектах»

Номинация «Здоровьесберегающие технологии»

Тема работы:

**ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА АДАПТАЦИОННЫЙ
МЕХАНИЗМ АКТИВИСТОВ МОЛОДЕЖНОГО КЛУБА ЮНЕК РУССКОГО
ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА**

Выполнила:

Савина Ксения Владимировна, 10 класс

Руководитель: Берданова Елена Ивановна – педагог дополнительного образования Государственного бюджетного учреждения дополнительного образования «Эколого-биологический центр» Министерства просвещения, науки и по делам молодежи Кабардино-Балкарской республики

Консультант: Глашева Фарида Халим-Ивановна, врач-ординатор кафедры педиатрии медицинского факультета ФГБУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный университет им Х.М.Бербекова»

г.Нальчик, 2020г.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Краткая характеристика проблемы	5
1.1. Кислородное голодание	5
1.2. Классификация высот и характерные физиологические изменения	5
1.3. Экологические и индивидуальные факторы, способствующие развитию горной болезни	6
1.3.1. Экологические факторы	6
1.3.2. Индивидуальные факторы	6
1.3.3. Механизм влияния гипоксии на организм человека	7
1.4. Патогенез	9
1.5. Климат районов исследования	9
1.5.1. Климат Приэльбрусья	10
1.5.2. Климат Кабардино-Балкарского высокогорного заповедника	11
2. Материалы и методы	12
2.1. Общие сведения	12
2.2. Социально-физиологическая характеристика выборки	12
2.3. Методика изучения адаптационного механизма	13
2.3.1. Методы изучения системы кровообращения	13
2.3.2. Оценка функции дыхательной системы	15
2.3.3. Оценка когнитивно-мнестических функций (КМФ).	16
3. Результаты исследования и их обсуждение	18
Выводы	22
Список литературы	24
Приложение	26

Введение

Высотная болезнь (высотная гипоксия) — болезненное состояние, связанное с кислородным голоданием вследствие понижения парциального давления кислорода во вдыхаемом воздухе, которое возникает высоко в горах. В научных работах, посвященных влиянию горного воздуха на организм человека, можно найти разные виды классификации высотных уровней [6]: *По комфортности условий климата для здорового человека* подразделяются следующим образом: зона индифферентности (до 2000 м), где никаких изменений в организме не наблюдается; зона полной компенсации (2000-4000 м), где изменения в организме могут полностью компенсироваться после нескольких дней акклиматизации; зона неполной компенсации (свыше 4000 м), где появляются отчетливые признаки длительной гипоксии. *По физиологическим высотным отметкам:* низкогорье (до 1000 м), где даже при интенсивной работе человек не испытывает недостатка в кислороде; среднегорье (1000-3000 м), где в условиях покоя и умеренной деятельности в организме человека не наступает существенных изменений (недостаток кислорода там ощущается лишь при напряженной мышечной деятельности); высокогорье (выше 3000 м), где даже находящийся в покое человеческий организм претерпевает изменения, обусловленные недостатком кислорода.

Высота начала проявления горной болезни зависит от климата и влажности воздуха. Еще в начале XX века известным немецким физиологом Н. Цунтцем были высказаны интересные мысли о том, что в различных географических условиях одни и те же симптомы горной болезни развиваются на разных высотах. В дальнейшем это мнение подтвердилось устными сообщениями путешественников и альпинистов, а также нашло отражение в специальных работах [26].

Таблица 1

Высоты начала проявления горной болезни в зависимости от климата и влажности воздуха

В горах влажного морского климата	В горах сухого континентального климата
Камчатка — 1000—1500 м	
Патагония — 1000—1500 м	
Альпы — 2500—3000 м	
Кавказ — 3000—3500 м	Тянь-Шань — 3500 м
Анды — 4000 м	Памир — 4500 м
	Гималаи — от 5000 м

Но основным фактором развития горной болезни является нехватка кислорода [28]. Однако индивидуальные особенности человека могут изменить указанные градации на $\pm 500-1000$ м. Кислородное голодание в большей мере связано не с высотой, а с поведением в горах.

Актуальность. Учебно-исследовательский практикум «Биология в проектах» проходит на территориях ООПТ Кабардино-Балкарского высокогорного заповедника и Нацпарка «Приэльбрусье». С учетом высоты, быстрого подъема, отсутствия акклиматизации, неоднородного состава

группы (по полу, возрасту, наличию «высотного» опыта) существует реальная угроза развития проявлений горной болезни. Однако, горная болезнь в легких формах включает механизмы перестройки организма. Для выявления влияния климатических факторов на адаптационные механизмы обучающихся были выбраны совершенно разные по климатическим характеристикам ущелья КБР: Хазнидонское и Баксанское.

Цель работы: Сравнительный анализ адаптационных механизмов при влиянии различных климатических и индивидуальных факторов в условиях ООПТ «Кабардино-Балкарский высокогорный заповедник» и Нацпарк «Приэльбрусье».

Задачи исследования:

1. Измерение адаптационного потенциала активистов Молодежного Клуба «ЮНЕК» РГО в состоянии покоя и после кратковременного воздействия умеренных степеней гипоксии (на высотах: 1050 – 3 100 м над у.м.) в различных климатических условиях.

2. Подсчет функциональных проб.

3. Формирование навыков использования методик оценки физического развития и функциональной подготовленности.

4. Формирование умений на основе анализа функциональных показателей формулировать рекомендации по снижению факторов риска здоровью.

Объект исследования: активисты Молодежного Клуба ЮНЕК РГО.

Предмет исследования: функциональные пробы, сатурация кислородом крови.

Район исследования: Исследования проводились в Хазнидонском и Баксанском (урочище Челмас) ущельях на средних высотах [6]. В отличие от Хазнидонского ущелья, изобилующего влажностью, урочище Челмас – типичная горно-степная система [4].

Методика изучения: измерение антропометрических показателей, артериального давления методом Короткова, расчет коэффициента выносливости Кваса, пульсоксиметрия, количественная оценка адаптационного потенциала, оценка когнитивно-мнестических функций.

Продолжительность исследования – 9 месяцев.

1. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОБЛЕМЫ

1.1. Кислородное голодание

Высотная болезнь (*высотная гипоксия*) — болезненное состояние, связанное с кислородным голоданием вследствие понижения парциального давления кислорода во вдыхаемом воздухе, начиная примерно с 2000 метров и выше над уровнем океанов. В 1918 г. Шнайдер (E. C. Schneider) предложил объединить патологические состояния, возникающие у людей в полете при подъемах на высоту, в единую нозологическую форму, названную им высотной болезнью. Армстронг (G. Armstrong, 1957), Н. Н. Сиротинин (1957), Д. И. Иванов (1960) и др. в понятие «высотная болезнь» включали все патологические состояния, которые возникают у людей при высокогорных восхождениях, высотных полетах или подъемах в барокамере, т. е. во всех случаях, когда болезненное состояние возникает вследствие пребывания в условиях газовой среды с пониженным парциального давления кислорода pO_2 [14]. Разновидностью высотной болезни является *горная болезнь*, в возникновении которой наряду с недостатком кислорода играют также роль такие усугубляющие факторы, как физическое утомление, охлаждение, обезвоживание организма, ультрафиолетовая радиация, тяжёлые погодные условия (например, частые ливни), резкие перепады температур в течение дня (от +30°C днём до -20°C ночью) и т. д. То есть, кроме гипоксии, основного патологического фактора горной болезни, усугубляющими факторами являются климатические и индивидуальные компоненты.

Высота развития горной болезни для разных людей и разных условий бывает очень вариабельна [17]. Большинство здоровых неакклиматизированных жителей равнин начинают страдать от кислородной недостаточности уже на высоте 2000 м, а при напряжённой физической работе и на меньших высотах [19]. Другие же не чувствуют ее эффекта даже на 4000 м. На высоте 6500—7000 м полная акклиматизация вообще невозможна, в связи с чем участники экспедиций на восьмитысячники мира отмечают многочисленные функциональные расстройства и прогрессирующие признаки горной болезни [18]. Человек способен адаптироваться к высотной гипоксии, спортсмены специально тренируют свою способность к адаптации для того, чтобы повысить спортивные достижения.

1.2. Классификация высот и характерные физиологические изменения

- до 1500 метров – низкие высоты (даже при напряженной работе нет физиологических изменений);
- 1500-2500 метров – **промежуточные** (заметны физиологические изменения, насыщение крови кислородом менее 90 процентов (норма), вероятность горной болезни невелика);
- 2500-3500 метров – **большие высоты** (горная болезнь развивается при быстром подъеме);
- 3500-5800 метров – **очень большие высоты** (часто развивается горная болезнь, насыщение крови кислородом менее 90 процентов,

значительная гипоксемия (снижение концентрации кислорода в крови при нагрузке);

- свыше 5800 метров – **экстремальные высоты** (выраженная гипоксемия в покое, прогрессирующее ухудшение, несмотря на максимальную акклиматизацию, постоянное нахождение на таких высотах невозможно) [28].

Наш диапазон: 1 100 – 3 050 метров над уровнем моря

Высота, на которой развивается горная болезнь, варьируется вследствие влияния многочисленных факторов, как индивидуальных, так и климатических. Так, индивидуальные особенности человека могут изменить указанные градации на ± 500 -1000 м.

1.3. Экологические и индивидуальные факторы, способствующие развитию горной болезни

1.3.1. Экологические факторы — свойства среды обитания, оказывающие какое-либо воздействие на организм. Факторы среды воздействуют на организм не по отдельности, а в комплексе, соответственно, любая реакция организма является многофакторно обусловленной. При этом интегральное влияние факторов не равно сумме влияний отдельных факторов, так как между ними происходят различного рода взаимодействия [29]. Следующие климатические факторы способствуют развитию и более быстрому прогрессированию горной болезни:

- низкие температуры — с увеличением высоты среднегодовая температура воздуха постепенно снижается на $0,5^{\circ}\text{C}$ на каждые 100 м (зимой — на $0,4^{\circ}\text{C}$, летом — на $0,6^{\circ}\text{C}$). Резкий перепад температур тоже оказывает неблагоприятное влияние;

- влажность — на больших высотах из-за низких температур парциальное давление водяного пара низкое. На высоте 2000 м влажность воздуха в два раза меньше, чем на уровне моря, а на больших горных высотах воздух становится практически сухим. С одной стороны, это приводит к усилению потери жидкости организмом через кожу и легкие и, следовательно, к обезвоживанию организма. С другой стороны, более влажный воздух обладает более высокой теплопроводностью, следовательно, способствует вредному влиянию низких температур. Так, проявления горной болезни в горах влажного климата наступают на более низкой высоте (Альпы — 2500 м, Кавказ — 3000 м), чем в горах сухого климата (Тянь-Шань — 3500 м, Гималаи — 4500 м) [26];

- ветер — высоко в горах ветер может достигать ураганной силы (свыше 200 км/ч), что переохлаждает организм, изматывает физически и морально, затрудняет дыхание.

1.3.2. Индивидуальные факторы

Влияние факторов также зависит от природы и текущего состояния организма. На развитие горной болезни влияют следующие **индивидуальные факторы**: индивидуальная устойчивость людей к недостатку кислорода (например, у жителей гор); пол (женщины лучше переносят гипоксию); возраст (молодые люди плохо переносят гипоксию);

физическое, психическое и моральное состояние; уровень тренированности; быстрота набора высоты; степень и продолжительность кислородного голодания; интенсивность мышечных усилий; прошлый «высотный» опыт.

Следующие **факторы провоцируют** развитие горной болезни и снижают переносимость больших высот: наличие алкоголя или кофеина в крови; бессонница, переутомление; психоэмоциональное напряжение; переохлаждение; некачественное и нерациональное питание; нарушение водно-солевого режима, обезвоживание; избыточная масса тела; респираторные и другие хронические заболевания (например ангины, бронхиты, пневмонии, хронические гнойные стоматиты); кровопотери.

1.3.3. Механизм влияния гипоксии на организм человека

Основным фактором развития горной болезни является нехватка кислорода [14]. Процентное отношение количества O_2 , реально связанного с гемоглобином, к кислородной емкости крови называется **насыщением (saturation - сатурация)** гемоглобина кислородом (SO_2 или HbO_2). Насыщение гемоглобина кислородом зависит от **напряжения O_2 в крови (P_aO_2)**. Значение P_aO_2 характеризует способность крови растворять в себе то или иное количество кислорода, т.е. отражает процесс усвоения кислорода в легких. SO_2 наряду с P_aO_2 (HbQ_2) характеризует степень оксигенации крови. Снижение этих показателей в артериальной крови (венозная кровь для исследования газового состава непригодна) называется артериальной гипоксемией. Умеренная гипоксемия характеризуется прежде всего снижением P_aO_2 , величина SO_2 (HbO_2) более устойчива [11]. Что бы правильно понять цифры сатурации можно их сравнить с парциальным давлением кислорода в крови (P_aO_2).

Сатурация (SpO_2) 95-98% соответствует - 80-100 мм рт. ст. (P_aO_2).

Сатурация (SpO_2) 90% соответствует - 60 мм рт.ст. (P_aO_2).

Сатурация (SpO_2) 75% соответствует - 40 мм рт.ст. (P_aO_2).

Артериальная кровь имеет диапазон «нормальных» значений P_aO_2 от 70 до 116 мм рт.ст.

Кислород в крови переносится в основном эритроцитами, вступая в химическую связь с гемоглобином (Hb). Соединяясь с гемоглобином, кислород образует легко диссоциирующее соединение оксигемоглобин (HbO_2): $O_2 + Hb \leftrightarrow HbO_2$

Величина напряжения кислорода в крови P_aO_2 определяется величиной парциального давления кислорода в воздухе pO_2 , находящегося в соприкосновении с кровью, при котором между кислородом воздуха и кислородом, растворенным в крови, устанавливается равновесие $pO_2 \leftrightarrow P_aO_2$ (рис. 1) [11]. Газообмен происходит в легких. С каждым вдохом легкие вновь наполняются кислородом. Кислород с высоким парциальным давлением ($P_aO_2 = 13$ кПа или 100 мм рт.ст.) связывается с гемоглобином, до того момента, пока не станет насыщенным (95-100%). Гемоглобин отдает кислород при прохождении крови по тканям. Парциальное давление кислорода в крови, оттекающей от ткани (смешанная венозная кровь) P_vO_2 значительно ниже, чем в артериальной ($P_aO_2 = 5,3$ кПа или 40 мм рт.ст.).

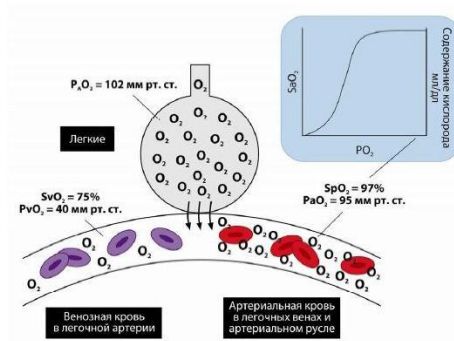


Рисунок 1. Схема газообмена

При развитии кислородного голодания, возникающего в результате снижения парциального давления pO_2 во вдыхаемом воздухе, происходят существенные сдвиги всех основных параметров дыхания [3].

Величина pO_2 измеряется в единицах давления, чаще всего в мм рт.ст., аналогично величине парциального давления газа. Парциальное давление кислорода в воздухе определяется величиной барометрического давления воздуха и фракционной концентрацией кислорода в сухом воздухе. Так, если при нормальном атмосферном давлении воздуха 760 мм рт.ст. доля кислорода в воздухе составляет 21%, (вопреки распространенному мнению, количество кислорода в воздухе с высотой не меняется, снижается лишь его парциальное давление (напряжение) pO_2), то парциальное давление кислорода во вдыхаемом воздухе равно 150 мм рт.ст. (из атмосферного давления дополнительно вычитается давление водяных паров, равное при температуре тела 37°C - 47 мм рт.ст.). А на высоте Эвереста атмосферное давление воздуха – 250 мм рт.ст. Тогда парциальное давление кислорода во вдыхаемом воздухе будет равно:

$$\begin{array}{l} 250 \text{ мм рт.ст.} \text{ -----} 100\% \\ pO_2 \text{ мм рт.ст.} \text{ -----} 21 \text{ объем.\%, } pO_2 = 52,5 \text{ мм рт.ст.} \end{array}$$

Из-за того, что мы привыкаем к высокому атмосферному давлению, живя в городе практически на плоскогорье, попадая в горную местность, наш организм испытывает стресс. Все потому, что горный климат – это, прежде всего, пониженное атмосферное давление и более разреженный, чем на уровне моря, воздух. Многие из нас хоть раз оказавшись в горах, по приезду чувствовали себя «не в своей тарелке» – разбитыми и вялыми. Но уже через один-два дня эти неприятные симптомы сами собой проходили [31]. Почему же так происходит?

Высотная болезнь – болезненное состояние, связанное с кислородным голоданием из-за понижения парциального давления кислорода во вдыхаемом воздухе. Возникает высоко в горах, начиная примерно с 2000 метров и выше.

Окисление гемоглобина определяется напряжением растворенного в крови кислорода и характеризуется кривой диссоциации HbO_2 (рис.2), представляющей собой зависимость величины степени насыщения гемоглобина крови кислородом (SaO_2) от pO_2 .

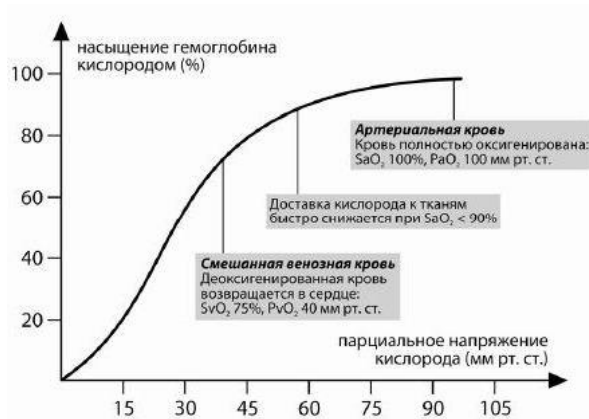


Рисунок 2. Кривая диссоциации оксигемоглобина

Кривая диссоциации оксигемоглобина первоначально имеет крутую часть, соответствующую нормальному насыщению артериальной крови кислородом ($SaO_2 > 95\%$), что показывает способность гемоглобина связывать большое количество O_2 при высоких значениях парциального давления кислорода во вдыхаемом воздухе (pO_2). Затем кривая выравнивается — сигмовидная форма. Наиболее важный аспект заключается в том, что после снижения значения $SaO_2 < 90\%$, парциальное давление кислорода в крови стремительно падает, при $pO_2 < 40$ мм рт.ст. способность гемоглобина связывать O_2 резко падает и уменьшается доставка кислорода к тканям, что может привести к остановке сердца [11].

1.4. Патогенез

Дефицит кислорода вызывает ряд приспособительных реакций, направленных, с одной стороны, на сохранение нормального кислородного снабжения органов и тканей, а с другой — на более экономное расходование энергии и жизнедеятельность в условиях кислородного голодания [17]. К таким компенсаторным реакциям относятся:

- усиление легочной вентиляции;
- повышение кислородной емкости крови за счет выброса эритроцитов из кровяных депо — селезенки, печени. При длительном пребывании в условиях гипоксии наблюдается возрастание количества гемоглобина;
- увеличение минутного объема циркулирующей крови, ускорение кровотока.

1.5. Климат районов исследования

Во время экспедиций нами были исследованы ущелья Хазнидонское, Басанское — территории ООПТ КБР (рис. 3, 4). Согласно лесному районированию исследуемые нами районы Кабардино-Балкарской Республики в соответствии с Указом «Об утверждении лесного плана Кабардино-Балкарской республики на 2009 - 2018 год» [12] расположены в горной части республики (таблица 2).



Рис. 3 ООПТ КБР: Кабардино-Балкарский Высокогорный государственный заповедник и Национальный парк «Приэльбрусье»



Рисунок 4 Административное деление 10 муниципальных районов (Баксанский, Зольский, Майский, Прохладненский, Терский, Урванский, Чегемский, Черекский, Эльбрусский, Лескенский), 3 городских округа, 7 городских поселений, 112 сельских поселений, 169 сельских населенных пунктов. Столица республики - г. Нальчик.

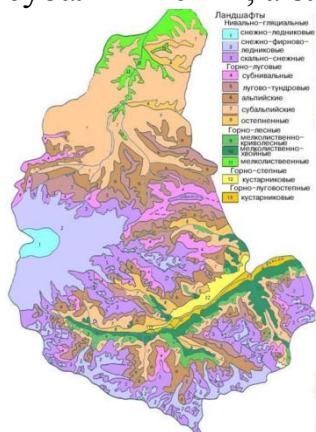
Таблица 2

Характеристика районов исследования

Район исследования	III «ступень» рельефа-горная часть республики	Условия увлажнения- тип климата – высокогорный	ООПТ	Районирование леса КБР
Хазнидонское ущелье	Высота 2310 м над у.м.	влажный климат с избыточным увлажнением (600-1000 мм и более), коэффициент увлажнения 1,7	ФГУ «КБГВЗ»	Лескенский муниципальный район
Баксанское ущелье, урочище Челмас	2 250 м над у.м.	Среднегодовое количество осадков от 620 мм до 945 мм.	Нацпарк «Приэльбрусье»	Эльбрусский муниципальный район

1.5.1. Климат Приэльбрусья. Территория национального парка расположена в районе центрального Кавказа, включает часть Главного Кавказского и Бокового хребтов. Самый известный объект национального парка - гора Эльбрус (6542 и 5621 метров) [15]. Климат национального парка, в целом, умеренно-континентальный, с холодной зимой и жарким летом. Относительная влажность сравнительно высока, в среднем она составляет 67-70%. В дневные часы она снижается до 47%. Больше всего ясных дней в октябре-ноябре (30%), меньше в апреле-июле (10%). По количеству солнечных дней Приэльбрусье не уступает таким курортам, как Цей, Домбай, Теберда, Красная Поляна. Изменение климата с высотой обуславливает вертикальную поясность растительного покрова. Основные поясные типы растительности нацпарка представлены на рисунке 5. Для Приэльбрусья преобладающим типом растительного покрова являются луга (рис.6). Мощный пояс хвойных лесов сменяется неширокой полосой древесно-

кустарниковых редколесий, которые постепенно переходят в пояс субальпийских, а затем и альпийских лугов [16].



- нивальный,
- субнивальный,
- альпийский
- субальпийский,
- горно-лесной и
- горно-степной.



Рисунок 5. Основные поясные типы растительности национального парка «Приэльбрусье»

Рисунок 6 Урочище Челмас, июль 2019

1.5.2. Климат Кабардино-Балкарского высокогорного заповедника создан для охраны высокогорных ландшафтов Центрального Кавказа. В отличие от урочища Челмас (ООПТ КБВГЗ), расположенного в горно-степной зоне, Хазнидонское ущелье имеет влажный климат (рис. 7) с избыточным увлажнением (табл.2).



Рисунок 13. Хазнидон, июнь 2019.

2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

2.1. Общие сведения

Исследование проводилось в соответствии с программой учебно-исследовательского практикума «Биология в проектах» ГБУ ДО «Эколого-биологический центр» Министерства просвещения, науки и по делам молодежи КБР. Экспедиция организована под эгидой Молодежного клуба ЮНЕК РГО. Ход исследования координировался сотрудниками ФБГУ КБВГЗ, МЧС КБР и медицины катастроф. Эксперимент проводился на принципах добровольного и информированного согласия всех участников похода.

2.2. Социально-физиологическая характеристика выборки

Начальные показатели функциональных проб экспериментальной выборки представлены в таблице 3.

Таблица 3

Физиологическая характеристика экспериментальной выборки

Уч-к	В (г)	Р (см)	МТ (кг)	САД	ДАД	ЧСС	ЧСС /SO ₂	ИМТ	АП	КВ	Данные амб . карт	
											Сердеч./-сосуд. система	Бронх./легоч. система
X ₁	16	163	48	118	69	85	101/99	18,06617	1,2165	17,34694	N	N
X ₂	13	164	46	94	62	87	88/97	17,10291	0,7577	27,1875	N	N
X ₃	16	163	51	100	56	68	70/97	19,1953	0,8688	15,45455	N	N
X ₄	16	165	52	100	59	84	88/98	19,10009	0,9014	20,4878	N*(ЖДА)	N
X ₅	16	171	52	120	71	79	82/98	17,78325	1,2179	16,12245	N	N
X ₆	16	180	60	103	57	89	91/99	18,51852	0,8699	19,34783	N	N
X ₇	16	183	81	136	72	98	101/97	24,18705	1,6238	15,3125	N	N
X ₈	16	160	47	123	78	85	100/98	18,35938	1,3765	18,88889	N	N
X ₉	16	162	51	110	67	79	88/97	19,43301	1,1179	18,37209	N	N
X ₁₀	16	163	48,5	119	66	92	105/95	18,25436	1,2187	17,35849	N	N
X ₁₁	10	131	28,4	92	59	68	79/98	16,54915	0,7814	20,60606	N	N
X ₁₂	10	137	33,5	90	60	68		17,84858	0,7533	22,66667	N	N
X ₁₃	26	177	81	149	104	84	89/97	25,85464	2,2404	18,66667	N	N
X ₁₄	21	165	54	120	80	70		19,83471	1,422	17,5	N	N

Группу наблюдения составили активисты МК ЮНЕК РГО в количестве 14 человек (7 мужчин и 7 женщина) в возрасте от 10 до 26 лет, без явных признаков соматической патологии, с разным уровнем тренированности. Высокогорный опыт имеют все участники исследований. Согласно изучению амбулаторных карт ретроспективным методом были получены следующие результаты (рис.8): все участники самотически (заболевание внутренних органов) здоровы и могут участвовать в горных мероприятиях (наличие хронических заболеваний при неблагоприятных факторах высокогорья могло бы привести к развитию преморбидного состояния). Изучение последнего общего анализа крови (ОАК), который был сделан накануне экспериментов, выявило железо-дефицитную анемию (ЖДА) в легкой форме у участника X₄.



Рисунок 8 Изучение амбулаторных карт ретроспективным методом, консультант врач-ординатор кафедры педиатрии медицинского факультета ФГБУ ВО КБГУ

Таблица 4

Основные «начальные» показатели «выборки»

Показатели	АД	ЧСС	S(O ₂)	АП	КВ	ИМТ	Данные амбулаторной карты		Примечание ЖДА
							Сердеч./сосуд. система	Бронх./легоч. система	
Норма	13	13	14	14	10	6	14	14	13
Отклонение	1	1	0	0	4	8	0	0	1

Половина участников имеет небольшой дефицит веса (на 0,8% - 10,5%), 1 человек – имеет избыточную массу тела на $\approx 2\%$, но это объясняется большей мышечной массой и перетренированностью. Повышенное значение АД наблюдалось у 1-го участника, КВ – у 4-х, из них у троих – показатели ниже среднего, у одного – низкий, что требует особого внимания и свидетельствует об ослаблении функциональных возможностей сердечно-сосудистой системы. Корреляции между важными функциональными показателями, не наблюдается. Так, у одного из участников (X₇) наблюдалась небольшая тахикардия, однако остальные показатели – в норме, а КВ – выше среднего, что свидетельствует об увеличении функциональных возможностей сердечно-сосудистой системы (табл.3). Все участники эксперимента имели удовлетворительную адаптацию системы кровообращения (АП), что означает, что они - в хорошей форме и здоровы.

2.3. Методика изучения адаптационного механизма

2.3.1. Методы изучения системы кровообращения

- **Измерение антропометрических показателей.** Длина тела характеризует состояние пластических процессов в организме и соматическую зрелость. Масса тела отражает степень развития костно-мышечной системы, она зависит от уровня физической нагрузки и факторов внешней среды.

- **Индекс Кетле – индекс массы тела (ИМТ)** определяет наличие избыточной массы, либо дефицита массы тела, и оценивает возможный риск развития заболеваний, связанных с избыточной массой тела [1]. Индекс рассчитывается из соотношения между ростом человека и его массой по следующей формуле Е.М. Ревенко, Т.Ф. Зелова [8].

- **Частота сердечных сокращений (ЧСС) или Частота пульса (ЧП)** –

Частота пульса напрямую зависит от возраста, состояния здоровья ребенка, температуры тела и окружающей среды, эмоциональных перепадов, спортивных нагрузок, переутомления и т.д. По достижению подростком 15-летнего возраста его пульс приравнивается к пульсу взрослого человека [30].

- **Определение АД методом Короткова**, учитывали среднюю величину нескольких измерений (3 раза в положении сидя) [7]. Для взрослого принято считать здоровым показателем АД 120/80 +/- 20 мм ртутного столба. В возрасте 15-17 лет у подростка формируется давление взрослого (100/70 – 130/90 мм) [24].

- **Количественная оценка адаптационного потенциала организма по Р.М.Баевскому**

Адаптационный потенциал (АП) — количественное выражение уровня функционального состояния организма и его систем, характеризующее его способность адекватно и надежно реагировать на комплекс неблагоприятных факторов при экономной трате функциональных резервов, что позволяет предотвратить развитие преморбидного состояния — это способность организма сохранять необходимые компенсаторные и защитные свойства, определенный уровень функциональных резервов, оптимальная способность адаптироваться к условиям внешней и внутренней среды [2, 27]. Одна из наиболее простых формул, обеспечивающая 71,8%-ную точность распознавания (по сравнению с экспертными оценками), основана на использовании наиболее простых и общедоступных методов исследования – измерения частоты пульса и уровня артериального давления, роста и массы тела [20]:

$$AP = (0,0011 \times ЧП) + (0,014 \times САД) + (0,008 \times ДАД) + (0,009 \times МТ) - (0,009 \times Р) + (0,014 \times В) - 0,27$$

где АП – адаптационный потенциал системы кровообращения в баллах;

ЧП – частота пульса в уд. в мин.;

САД – систолическое артериальное давление в мм.рт.ст.;

ДАД – диастолическое артериальное давление в мм.рт.ст.;

Р – рост в см.;

МТ – масса тела в кг.;

В – возраст в годах.

- АП ниже 2,60 – удовлетворительная адаптация системы кровообращения;

- АП 2,60-3,09 – напряжение механизмов адаптации;

- АП 3,10-3,49 – неудовлетворительная адаптация;

- АП 3,50 и выше – срыв адаптации.

- **Коэффициент выносливости (КВ) Кваса** определяется для анализа состояния сердечно-сосудистой системы. Принято считать, что увеличение данного показателя свидетельствует об ослаблении, а снижение указывает на увеличение функциональных возможностей сердечно-сосудистой системы. В норме коэффициент выносливости равен 16. Превышение этого значения

указывает на ослабление возможностей сердечно - сосудистой системы, а снижение — на увеличение её функциональных возможностей [8].

2.3.2. Оценка функции дыхательной системы

- **Частота дыхательных движений ЧДД** — число дыхательных движений (циклов вдох-выдох) за единицу времени (обычно минуту). Подсчёт числа дыхательных движений осуществляется по числу перемещений грудной клетки и передней брюшной стенки. Этот простой на первый взгляд показатель несет важную информацию о состоянии здоровья в целом и о функционировании органов дыхания и сердечно-сосудистой системы в частности. В норме дыхательные движения ритмичные (т.е. повторяются через равные промежутки времени).

- **Сатурация кислородом артериальной крови - респираторный мониторинг**

Важное место в медицине критических состояний занимает слежение за показателями функции внешнего дыхания с целью контроля процесса газообмена между организмом и окружающей средой [25].

Таблица 5

Референтные значения SpO₂ – норма ВОЗ [25]

возраст	Нормы ЧСС	референтные значения		ед.изм.
		мин.	макс.	
кроме новорожденных – 2 года	100-180	96	98	%
2 – 10 лет	60-140			
10 лет - взрослые	50-100			

Наилучший результат диагностики (близкий к 100%) гипоксемии достигается при использовании неинвазивных методик, в частности, пульсоксиметрии, с помощью которой производится определение сатурации крови кислородом [32]. Методика пульсоксиметрии характеризуется сочетанием высокой точности определения сатурации кислорода (единицы процентов), высокого быстродействия (оценка производится за время нескольких сердечных сокращений) с доступностью и простотой использования. Пульсоксиметрия внесена в современные стандарты интраоперационного мониторинга как обязательная методика при любых видах хирургических вмешательств. Введение в широкую клиническую практику пульсоксиметров считается наиболее значительным достижением в мониторинге безопасности пациента за последние 15 лет [32] (рис. 9).

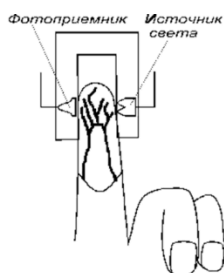


Рисунок 9 Датчик фотоплетизмограммы при исследовании кровотока в пальце руки

Являясь несложным в использовании, пульсоксиметр, над созданием которого работали специалисты в области медицины и компьютерной

техники, является сегодня незаменимым прибором для осуществления как однократного измерения, так и для длительного мониторинга (постоянного контроля) уровня сатурации и частоты сердечных сокращений (пульса).

2.3.3. Оценка когнитивно-мнестических функций (КМФ) - дословно – «познавательные-памятные функции». То есть функции мозга познавать и запоминать....

Нейропсихологическое тестирование является объективным способом оценки состояния когнитивных функций [5] и целесообразно и в случае горных мероприятий (табл.6).

Таблица 6

Оценка состояния когнитивных функций пациента

Источники информации для объективной оценки КС			
Результаты объективных методов оценки когнитивных функций (нейропсихологические тесты)	Жалобы испытуемого	самого	Наблюдение за поведением в повседневной жизни третьими лицами

Монреальская шкала оценки когнитивных функций была разработана для быстрой оценки при умеренной когнитивной дисфункции. Она оценивает различные когнитивные сферы: внимание и концентрацию, исполнительные функции, память, язык, зрительно-конструктивные навыки, абстрактное мышление, счет и ориентацию.

Оценка мнестических функций. Функция памяти отражает интегративный процесс деятельности мозга и складывается из трех фрагментов: запечатления информации, хранения и воспроизведения. Тестирование для изучения мнестических функций включает изучение этапа воспроизведения информации. На качество запоминания влияют многие факторы: эмоциональная окраска восприятия, направленность внимания, уровень бодрствования, напряжение, мотивационное подкрепление. Для оценки памяти у участников горных мероприятий применялись тесты Векслера (тест WAIS (Wechsler Adult Intelligence Scale), предназначенный для тестирования взрослых (от 16 до 64 лет) Лурия, Бентона, Мейли [13, 22] (табл. 7).

Таблица 7

Тесты для исследования мнестических процессов и эффектов памяти

Тесты	Исследуемые процессы	Предмет исследования - память
Векслера	уровень интеллектуального развития	оценка непосредственной памяти
Лурия	показатели непосредственного воспроизведения	оценка слухоречевой кратковременной памяти
Бентона	визуальный анализ абстрактных картинок	оценка декларативной памяти
Мейли	измерение уровня интеллектуального развития - ценка проводится по количеству удержанных в памяти членов ряда.	семантическая память; методика исследования и диагностики зрительной и слуховой памяти

Для походных условий были выбраны следующие «экспресс» тесты:

- I. Оценка когнитивных функций** – заполнение бланка-анкеты Мока-теста
- II. Слухоречевая память:**

а) Запоминание серии слов (до 4 предъявлений).

Примеры заданий: рыба-печать-дрова-рука-дым-ком; пузырь-краска-совок-нога-хлеб-шар; звезда-нитка-песок-белка-пыль-шелк.

Нормативным является непосредственное полное воспроизведение слов с третьего раза, при сохранном порядке воспроизведения. После гетерогенной интерференции (другой деятельности в течение 10—20 мин) — отсроченное воспроизведение запоминаемых слов. При отсроченном воспроизведении допустимы 2 ошибки;

б) Запоминание двух серий слов (до 4 предъявлений).

Примеры заданий: 1) дом-лес-кот / т ночь-игла-пирог; 2) кит-меч-круг / лед-флаг-тетрадь; 3) кран-столб-конь / день-сосна-вода.

Нормативы эффективности выполнения теста такие же, как в пункте а). Обязательно удержание эталонного порядка слов.

в) Запоминание фраз: В саду за высоким забором росли яблони // На опушке леса охотник убил волка.

г) Запоминание рассказов.

«Галка и голуби».

Галка услышала, что голубей хорошо кормят. Обелилась она в белый цвет и влетела в голубятню. Голуби ее приняли. Накормили. Но она не удержалась и закричала по галочьи, тогда они ее выгнали. Хотела она вернуться к своим, к галкам, а те тоже ее не признали и выгнали. Мораль?

III. Зрительная память

а) Запоминание 6 геометрических фигур.

Нормативы эффективности выполнения теста такие же, как при исследовании слухоречевой памяти. Обязательно удержание эталонного порядка фигур. Прочность хранения зрительной информации исследуется через 30 мин без дополнительного предъявления эталона. При отсроченном воспроизведении допустимы 2 ошибки (забывание фигуры, ее неверное изображение, потеря порядка воспроизведения);

б) Запоминание 6 букв. Примеры: ЕИРГКУ; ДЯВСРЛ; НЮБКИЪ; ОУЗТЦЧ;

в) Воспроизведение по памяти сложно организованных геометрических фигур (Тейлора, Рея — Остеррица).

IV. Для оценки непосредственной памяти зачитываются вслух цифровые ряды от 1 до 9, необходимо повторить цифры в прямом и обратном порядке.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Максимальные высоты горных мероприятий: 2 310 и 2 250 метров над уровнем моря, Хазнидонское ущелье, урочище Челмас, соответственно (рис.10). **I отрезок – резкий подъем.** В нашем исследовании в первый день горного мероприятия в течение нескольких часов был осуществлен набор высоты 1873 метров/5 часов (Хазнидонское ущелье, июнь 2019г.), 1813 метров/5 часов (урочище Челмас, июль 2019г.). Этапная акклиматизация отсутствовала на данном отрезке.

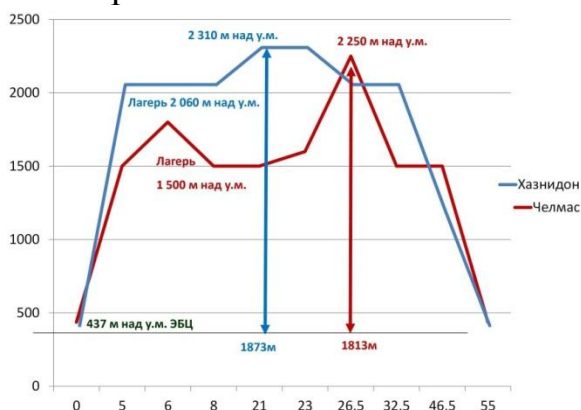


Рисунок 10 График набора высоты в Хазнидонском и Баксанском ущельях (урочище Челмас), июнь-июль 2019г.

Из графиков видно, что высоты в обоих горных мероприятиях соизмеримы, набор высот в обоих случаях осуществлялся быстро за 5 часов (I отрезок); акклиматизация перед «покорением» максимальных высот также сопоставима (отрезок II «акклиматизация») – 16-18 часов, что позволяет сравнить физиологические показатели участников обоих горных мероприятий (приложения 1, 2) и по возможности учесть влияние климатических факторов на адаптационный механизм.

Существенное влияние на процессы адаптации организма к недостатку кислорода оказывает акклиматизация. Выделяют две фазы высотной адаптации по глубине изменений в организме: **I фаза: Краткосрочная высотная адаптация.**

Краткосрочная высотная адаптация - это быстрый ответ организма на гипоксию [9]. Механизмы такого ответа включаются «с места». Первая реакция организма - мобилизация транспортных систем по переносу кислорода. Увеличиваются частота дыхания и частота сердечных сокращений, повышается кровяное давление и гипервентиляция легких, наступает расширение капилляров в тканях. Осуществляется быстрый выброс содержащих гемоглобин эритроцитов из селезенки. Перераспределяется кровь в организме. С 7-14-х суток в кровообращение включается резервная кровь из селезенки и печени. Мозговой кровоток увеличивается, потому что мозговая ткань потребляет во много раз больше кислорода, чем мышечная. Это приводит, кстати, к головным болям [9].

Все участники горных мероприятий «Хазнидонское ущелье – июнь 2019» и «Челмас – июль 2019» на протяжении всего эксперимента имели удовлетворительную адаптацию системы кровообращения (АП) (рис. 11, 12),

что означает, что при подъёме на высоты до 2000—4000 м кислородная недостаточность у здоровых людей компенсируется без какого-либо видимого вреда здоровью за счет резервов организма. «Включается» I фаза адаптации – кратковременная.

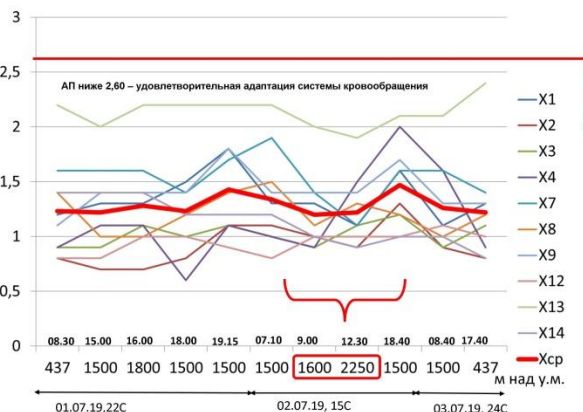
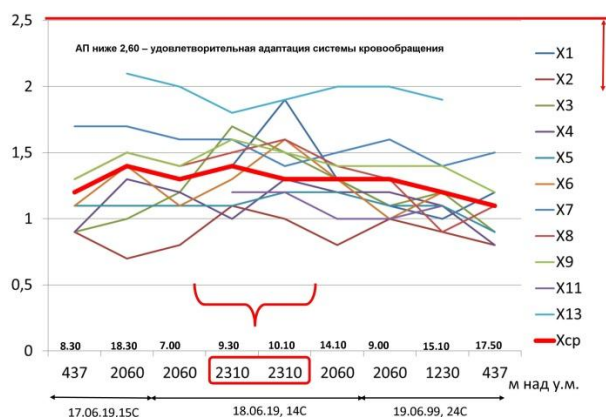


Рис.11 График изменения адапционного потенциала участников горного мероприятия «Хазнидон» с высотой и от нагрузки

Рис.12 График изменения адапционного потенциала участников горного мероприятия «Челмас» с высотой и от нагрузки

Механизм кратковременной адаптации четко прослеживается по таким показателям как ЧСС и КВК. Мы наложили изменение усредненного показателя ЧСС на маршрут горного мероприятия «Хазнидон» и «Челмас» и получили «параллельные» кривые, то есть за траекторией набора высоты четко следовал график $f(\text{ЧСС}) = pO_2$ (или высота над уровнем моря) (рис. 13, 14).

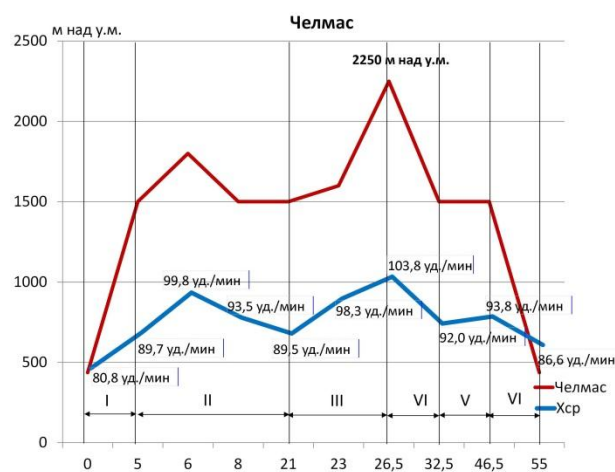
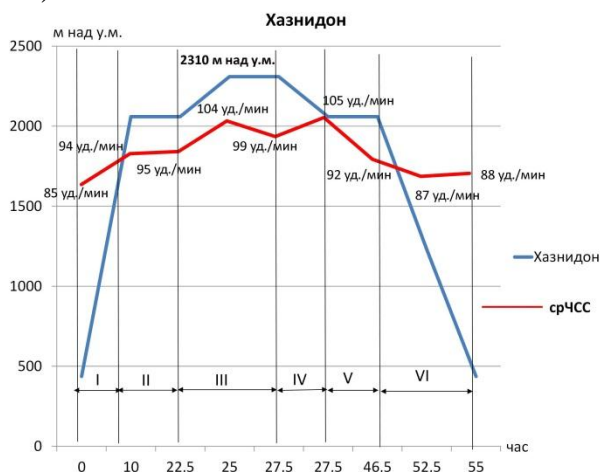


Рисунок 13 Краткосрочная высотная адаптация - быстрый ответ организма на гипоксию (ЧСС), Хазнидонское ущелье, июль 2019г.

Рисунок 14 Краткосрочная высотная адаптация - быстрый ответ организма на гипоксию (ЧСС), Урочище Челмас, июль 2019г.

Из рисунков 13, 14 видно, показатель ЧСС (Частота пульса) напрямую зависит от изменения орографического фактора (высоты над уровнем моря), спортивных нагрузок, переутомления. В данном случае отклонения от средних значений пульса ($\approx 26\%$) являются вполне закономерными и выступают способом адаптации организма к изменениям во внешней или внутренней среде (рис.15, 16). Сразу же после прекращения нагрузки

(подъема в гору) пульс не должен учащаться более чем на 50–70% от исходного для практически здоровых людей, с частотой пульса в покое равной 55–95 ударам в минуту. У молодых, физически крепких людей и спортсменов нагрузки и учащение пульса могут быть значительно выше, и пульс может превышать исходный на 70–200%. И это не будет указывать на болезнь [33].

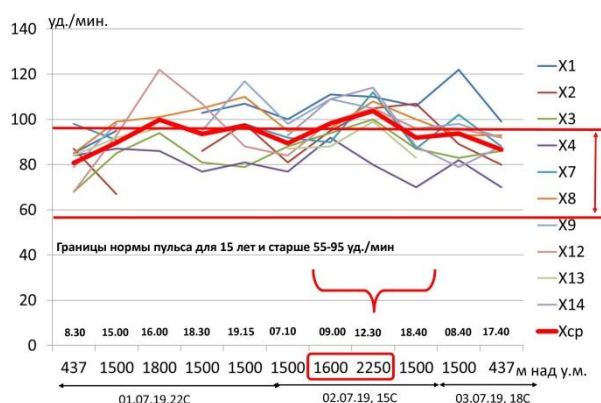
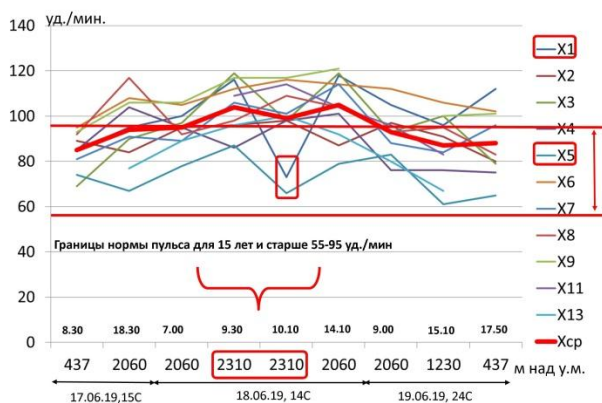


Рисунок 15 График изменения частоты пульса участников горного мероприятия «Хазнидон» с высотой и от нагрузки

Рисунок 16 График изменения частоты пульса участников горного мероприятия «Челмас» с высотой и от нагрузки

Для участников X₁ и X₅ (горное мероприятие «Хазнидон») отмечены интересные особенности, см таблицу 8, рисунок 15. При подъеме на высоту 2 310 м над уровнем моря, показатель ЧСС сразу после физической нагрузки увеличился на 37% и 24%, соответственно, но затем, в покое вернулся в состояние нормы для 437 м над у.м.

Таблица 8

Изменение показателя ЧСС в состоянии покоя и сразу после физической нагрузки для участников X₁ и X₅ (Хазнидонское ущелье, июнь 2019г)

м над у.м.	437	2 310	2 310	2 060
над у.м.	ЭБЦ	Сразу после физ. нагрузки	В покое	Спуск
X ₁	85	116 уд./мин, 116-85 = Δ+31 уд./мин, 36,5%	73 уд./мин, 73-116=Δ-43уд./мин, 37,1%	118уд./мин, 118-73=Δ+45уд./мин, 61,6%
X ₅	74	87 уд./мин, 87-74 = Δ+13уд./мин, 17,6%	66 уд./мин, 66-87=Δ-21 уд./мин, 24,1%	79 уд./мин 79-66=Δ+13уд./мин, 19,7%

То есть, в отличие от других участников экспедиции, X₁ и X₅ в течение получаса восстанавливают нормальную ЧСС.

II фаза Долговременная высотная адаптация. Это глубокая перестройка в организме. При этом механизм транспорта меняется на механизмы утилизации кислорода, на повышение экономичности использования ресурсов, имеющихся в распоряжении организма и сопровождается увеличением количества производимых костным мозгом эритроцитов практически вдвое (до 8,0 млн эритроцитов в 1 мм³ крови) [17, 21]. Долговременная адаптация – это уже структурные перестройки в

организме в системах транспорта, регуляции и энергообеспечения, что увеличивает потенциал этих систем [9].

Для исследования возможностей сердечно - сосудистой системы участников горного мероприятия был рассчитан КВК (рис.17, 18).

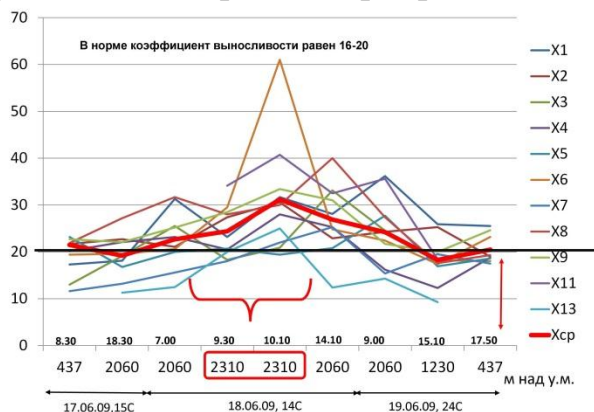


Рис.17 График изменения коэффициента выносливости Кваса участников горного мероприятия «Хазнидон» с высотой и от нагрузки

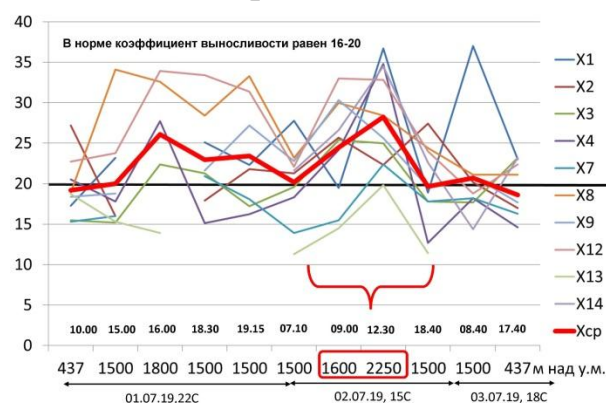


Рис.18 График изменения коэффициента выносливости Кваса участников горного мероприятия «Челмас» с высотой и от нагрузки

В норме коэффициент выносливости равен 16-20. Превышение этого значения указывает на ослабление возможностей сердечно - сосудистой системы, а снижение — на увеличение её функциональных возможностей [8]. Следует отметить, что в обоих случаях у 1/3 участников горных мероприятий «Хазнидон» и «Челмас» начальные показатели КВК были ниже среднего (по шкале 2 балла, $KVK \geq 16-20$), вероятно, из-за эмоционального напряжения, из чего следовала необходимость снизить эмоциональные, силовые, скоростно-силовые нагрузки и одновременно постепенно увеличивать аэробные нагрузки, активно используя дыхательную гимнастику.

КВК достиг критических значений на пике высоты 2310 м над у.м («Хазнидон») и 2250 м над у.м («Челмас»): максимальные средние значения КВК 31,2 («Хазнидон») и 28,2 («Челмас»), что не имеет принципиальной разницы, так как эти показатели соответствуют очень низким значениям в 1 балл. И только у участников Хазнидонского мероприятия X_3 , X_5 , X_7 , КВК оставался в пределах средних значений. Все перечисленные участники активно занимаются спортом и поддерживают хорошую физическую форму. В мероприятии «Челмас» КВК в норме оставался только у одного участника X_5 .

Как правило, физиологические изменения развиваются уже на промежуточной высоте (1500-2500 м), но клинические проявления горной болезни еще не проявляются. Выраженная симптоматика возникает на высоте более 3000 метров, хотя переносимость высоты — очень индивидуальный показатель, определяемый особенностями обменных процессов организма и тренированностью [17].

В целом же, изменение среднего показателя КВК, как и ЧСС, четко соответствовало графику набора высоты (рис. 19, 20).

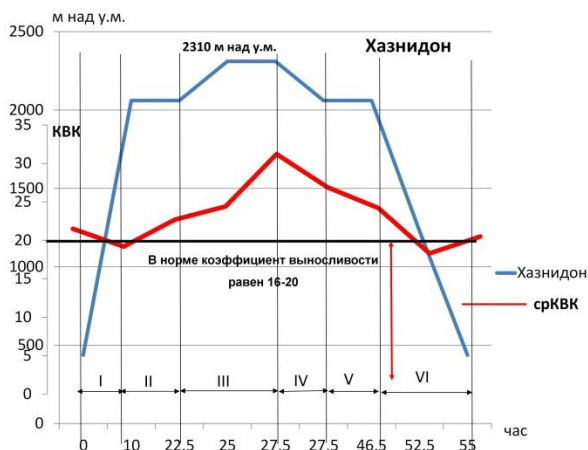


Рисунок 19 Краткосрочная высотная адаптация - быстрый ответ организма на гипоксию (КВК), Хазнидонское ущелье, июнь 2019г.



Рисунок 20 Краткосрочная высотная адаптация - быстрый ответ организма на гипоксию (КВК), Урочище Челмас, июль 2019г.

На протяжении всего похода показатели теста «Исследование памяти методом запоминания 5 слов после однократного повторения» были без изменений. Аналогичные данные получены при исследовании внимания путем воспроизведения последовательности 5 чисел после одного повторения.

ВЫВОДЫ

В наших наблюдениях участники горных мероприятий «Хазнидонское ущелье, июнь 2019» и «Урочище Челмас, июль 2019» со 2-х суток проводили восхождение на высоту 2 310 и 2 250 м над уровнем моря соответственно. С учетом высоты, быстрого подъема, отсутствия акклиматизации, неоднородного состава группы (по полу, возрасту, наличию «высотного» опыта) существовала реальная угроза развития проявлений горной болезни. Однако в 100% случаев АП был в норме, отсутствовали характерные жалобы, соматической патологии отмечено не было. Частота дыхательных движений в покое соответствовала норме. Пульс (ЧСС) не превышал 22% и 28,5% (соответственно) от исходных величин. В «Хазнидонской группе» у 15 % обследуемых — незначительное тахипноэ, у 73 % — тахикардия от 104 до 120 уд. в минуту, у 27 % — головная боль. В Челмасы — тахикардия отмечалась у 90% участников. Отмечались колебания АД как в сторону повышения, так и в сторону понижения.

Полученные результаты представлены на рисунках (21 а,б,в; 22 а,б,в):



Рисунок 21 Графики изменения функциональных показателей участников горного мероприятия «Хазнидонское ущелье, июнь 2019»:

а) частоты дыхательных б) частоты сердечных в) коэффициента

движений (ЧДД)

сокращений (ЧСС)

выносливости Кваса (КВК)

Функциональные показатели, такие как ЧСС и КВК очень чувствительны к малейшим воздействиям внешних факторов, особенно к изменению PO_2 и физическим нагрузкам, что зафиксировано графически (рис. 13, 14, 19, 20).



Рисунок 22 Графики изменения функциональных показателей участников горного мероприятия «Челмас, июль 2019»:

а) частоты дыхательных движений (ЧДД)

б) частоты сердечных сокращений (ЧСС)

в) коэффициента выносливости Кваса (КВК)

Полученные предварительные данные позволяют говорить о целесообразности использования данных функциональных проб для мониторинга общего состояния участников горного мероприятия при восхождении.

Оценка когнитивно-мнестических функций (КМФ): появление даже незначительных психических отклонений нарушений (эйфория, необоснованный задор, снижение критики) может угрожать серьезными последствиями для всех участников восхождения. Изменения поведения участников эксперимента отмечено не было.

Влияние климатических факторов: Поскольку горные мероприятия (Хахнидон, Челмас) проходили на высотах с примерно одинаковыми температурными режимами в июне, июле (приложения 1, 2) тип климата – высокогорный (табл. 2), то следующие климатические факторы, как низкие температуры, резкий перепад температур, парциальное давление водяного пара, не оказывали существенного влияния на развитие и более быстрое прогрессирование горной болезни. Поэтому были предприняты восхождения на высоту более 3 000 метров (гора Тоторс) в августе и сентябре 2019 г. сразу и со 2-х суток, соответственно.

На малых высотах кратковременное воздействие умеренных степеней гипоксии стимулирует аэробный обмен в большинстве органов и тканей [10].

Исследование влияния воздействия факторов окружающей среды на организм человека, на его здоровье будет продолжено в рамках программы учебно-исследовательского практикума «Биология в проектах» на территории ООПТ Кабардино-Балкарского высокогорного заповедника.

В новых горных мероприятиях использован метод пульсоксиметрии, который позволяет вовремя выявить такое опасное состояние как гипоксия, что открывает возможности для своевременного принятия соответствующих мер по обеспечению профилактики опасных осложнений. Работа над проектом продолжается, о результатах исследования будем сообщать по мере разработки проекта.

Выражаю глубокую признательность и благодарность

Гузиеву Хусейну Юсуповичу, к.б.н, заведующему отдела естественных наук ГБУ ДО «ЭБЦ», руководителю Молодежного клуба РГО «ЮНЭК» за организацию горных мероприятий «Хазнидонское ущелье» и «Урочище Челмас»;

Глашевой Фариде Халим-Ивановне, врачу-ординатору кафедры педиатрии медицинского факультета ФГБУ ВО КБГУ за оказанную помощь при изучении амбулаторных карт ретроспективным методом;

Бердановой Елене Ивановне, педагогу дополнительного образования ГКУ ДО «ЭБЦ», моему научному руководителю.

Литература:

1. Айдаралиев А.А., Баевский Р.М., Берсенева А.П. и др. Комплексная оценка функциональных резервов организма. — Фрунзе: Илим, 1988. -195 с.
2. Баевский Р.М., Берсенева А.П. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний. М., Медицина. 1997. 236 с.
3. Гора Е.П. Экология человека Учебное пособие для вузов. – М.: Дрофа, 2007. – 540 с/ http://ekolog.org/books/43/3_3_4.htm
4. Емузова Л.З. Физическая география КБР/Нальчик «Эльбрус» 2013, С.238
5. Захаров В.В. Нейропсихологические тесты. Необходимость и возможность применения «Consilium medicum» том №13, № 2, с. 82-90
6. Кондратов И. Гипоксия (горная болезнь) на разных уровнях/ альманах «Побежденные вершины» (1975-1978)// Проект Alp - Портал про альпинизм, скалолазание, горный туризм//<http://alp.org.ua/?p=36901>
7. Коротков Н. С. К вопросу о методах исследования кровяного давления // Известия Императорской Военно-медицинской академии. — 1905. — Т. 11. — С. 365—367
8. Ревенко Е.М., Зелова Т.Ф. Выраженность динамики физической подготовленности в процессе взросления у учащихся, различающихся уровнем интеллекта / Образование и наука 2016 №7 (136)
9. Лебедев А.А. Организация эффективной и безопасной акклиматизации <https://www.risk.ru/blog/93111>]
10. Шкроботько П.Ю. Дозированная гипоксия как немедикаментозный метод терапии/ Актуальні питання фармацевтичної і медичної науки та практики (2011) випуск XXIV, №1// irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis
11. Руководство ВОЗ по пульсоксиметрии, 2009
12. Указ Главы Кабардино-Балкарской республики о внесении изменений в указ президента Кабардино-Балкарской республики от 31 декабря 2008 года п

- 143-уп «Об утверждении лесного плана Кабардино-Балкарской республики на 2009 - 2018 год»
13. Аналитический тест интеллекта Р. Мейли //Электронный ресурс/
https://studme.org/62245/psihologiya/analiticheskiy_test_intellekta_meyli
 14. Большая медицинская энциклопедия //Электронный ресурс/ <http://xn--90aw5c.xn--c1avg/index.php>
 15. География республики Кабардино-Балкария // Электронный ресурс/
http://trasa.ru/region/kabalkariya_geo.html
 16. Заповедники республики Кабардино-Балкария // Электронный ресурс/
http://trasa.ru/region/kabalkariya_zapov.html
 17. Информационный портал об экстремальном спорте в Украине и мире/ Высота и горная болезнь. Патологические проявления. Профилактика //Электронный ресурс/ <https://4sport.ua/articles?id=14784>
 18. Как справиться с горной болезнью? // Электронный ресурс
[/http://www.novatour.ru/Media/Detail/](http://www.novatour.ru/Media/Detail/)
 19. Клуб Путешествий «Оранжевый Кед»/Горная болезнь, мифы и реальность //Электронный ресурс/ <http://orangeked.ru/blog/item/69-gornay-bolezn>
 20. Медицинские Диссертации // Электронный ресурс/ <http://medical-diss.com/medicina/otsenka-funktsionalnogo-sostoyaniya-cheloveka-v-usloviyah-kosmicheskogo-poleta-na-osnove-analiza-variabelnosti-serdechnog#ixzz5J2C0BqmA>
 21. Медицинская энциклопедия //Электронный ресурс /http://www.medical-enc.ru/3/vysotnaja_bolezn.shtml
 22. Мир психологии. Психология для всех и каждого //Электронный ресурс/
<http://www.psyworld.ru/students/bilety/texts/67.html>
 23. Мир путешествий и приключений//Электронный ресурс/
<http://www.outdoors.ru/book/alp/alp5-10.php>
 24. Нормальное давление у подростка // Электронный ресурс/
<https://lechusdoma.ru/normalnoe-davlenie-u-podrostka/> © lechusdoma.ru
 25. Пульсоксиметрия. (по материалам «Руководства ВОЗ по пульсоксиметрии») //Электронный ресурс/ www.smp42.ru › [informatsiya-dlya-spetsialistov](#) › [pulsoksimetriya](#)
 26. Проект Alp Портал про альпинизм, скалолазание, горный туризм //Электронный ресурс/ <http://alp.org.ua/?p=36901>
<https://formed.ru/catalog/pulsoksimetr/>
 27. Расчет индекса адаптационного потенциала сердечно-сосудистой системы // Электронный ресурс/ <http://mydocx.ru/5-42810.html>
 28. Факторы, способствующие развитию горной болезни/ Экваториал-тур //Электронный ресурс/ <http://www.equatorial.by/content/factory-sposobstvuyushchie-razvitiyu-gornoy-bolezni>
 29. Экологические факторы и их классификация// Электронный ресурс/
<https://ecology-education.ru/index.php?action=full&id=355>
 30. Электронный ресурс/ <https://www.tikitoki.ru/post/tablica-normy-pulsa-u-detej-po-vozzrastu>

31. Электронный ресурс/ [https ://
www.m24.ru/articles/nauka/11052016/99245?utm_source=CopyBuf](https://www.m24.ru/articles/nauka/11052016/99245?utm_source=CopyBuf)
32. Электронный ресурс/ <http://eliman.ru/Lit/AMCM/4.html>
33. Экспресс-оценка уровня функционального состояния организма во время тренировочного процесса // Электронный ресурс/
<https://www.kakras.ru/mobile/txt/sport-test.html>

Приложение 1

Физиологические показатели участников горного мероприятия в
Хазнидонском ущелье, июнь 2019

участник	Дата, Т	17.06 / +15°C		18.06 / +14°C				19.06 / +24°C			
	время	08.30	18.30	07.00	09.35	10.10	14.10	09.00	15.10	17.50	
	пункт	ЭБЦ	Лагерь	Лагерь	Высота		Лагерь	Лагерь	Привал	ЭБЦ	
	(м/у.м)	437	2060	2060	2310		2060	2060	1230	437	
	Подъем за 5 ч.	адаптация		подъем							«анамнез»
отрезок	I	II		III							
X ₁	АД	118/69	129/76	117/85	126/76	142/119	117/75	106/77	101/64	115/71	тошнота, потемнение в глазах, живот, голово- кружение
	ЧСС	85	96	100	116	73	118	105	96	112	
	КВ	17,3	18,1	31,3	23,2	31,7	28,1	36,2	25,9	25,5	
	АП	1,2	1,4	1,3	1,4	1,9	1,3	1,1	1,0	1,2	
X ₂	АД	105/64	93/56	99/54	112/77	106/74	98/60	109/69	100/64	98/56	N
	ЧСС	89	84	95	96	98	87	97	91	80	
	КВ	21,7	22,7	21,1	27,4	30,6	22,9	24,3	25,3	19,0	
	АП	0,9	0,7	0,8	1,1	1,0	0,8	1,0	0,9	0,8	
X ₃	АД	105/52	108/61	110/72	144/79	127/80	113/77	105/67	117/62	102/58	N
	ЧСС	69	90	97	119	98	119	93	100	79	
	КВ	13,0	19,1	25,5	18,3	20,9	33,1	24,5	18,2	18,0	
	АП	0,9	1,0	1,2	1,7	1,5	1,3	1,1	1,2	0,9	
X ₄	АД	100/58	120/73	115/72	104/62	113/78	113/73	114/67	116/54	95/55	сон
	ЧСС	85	104	95	86	98	101	76	76	75	
	КВ	20,2	22,1	23,2	20,5	28	25,3	16,2	12,3	18,8	
	АП	0,9	1,3	1,2	1,0	1,3	1,2	1,2	1,1	0,8	
X ₅	АД	108/76	110/70	110/71	110/68	116/82	117/79	106/76	109/73	101/66	N
	ЧСС	74	67	78	87	66	79	83	61	65	
	КВ	23,1	16,8	20	20,7	19,4	20,8	27,7	16,9	18,6	
	АП	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,1	1,1	0,9	
X ₆	АД	113/64	128/73	116/65	117/79	127/108	123/77	110/60	121/60	114/70	N
	ЧСС	95	108	105	112	116	114	112	106	102	
	КВ	19,4	19,6	20,6	29,5	61	24,8	22,4	17,4	23,2	
	АП	1,1	1,4	1,1	1,3	1,6	1,3	1,0	1,2	1,1	
X ₇	АД	142/72	143/74	132/75	133/74	120/74	122/77/	131/74/	117/74*	126/71	* Головные боли
	ЧСС	81	91	89	106	101	114	88	84	96	
	КВ	11,6	13,2	15,6	18	22	25,3	15,4	19,5	17,5	
	АП	1,7	1,7	1,6	1,6	1,4	1,5	1,6	1,4	1,5	
X ₈	АД	118/76	125/82	120/91	125/90	133/91	114/88	116/82	103/49	108/65	N
	ЧСС	92	117	92	98	109	104	93	95	83	
	КВ	21,9	27,2	31,7	28	30	40	27,4	17,6	19,3	
	АП	1,3	1,5	1,4	1,5	1,6	1,4	1,3	0,9	1,1	
X ₉	АД	117/76	127/79/	122/80	129/88	123/88	119/80	125/79/	122/72	111/70	N
	ЧСС	93	106	106	117	117	121		100	101	
	КВ	22,7	22,1	25,2	28,5	33,4	31,0	21,7	20	24,6	
	АП	1,3	1,5	1,4	1,6	1,5	1,4	1,4	1,4	1,2	
X ₁₁	АД				107/75	106/78	101/69	97/70	110/65		тошнота
	ЧСС				109	114	104	96	83**		
	КВ				34,1	40,7	32,5	35,6	18,4		
	АП				1,2	1,2	1,0	1,0	1,1		
X ₁₃	АД		153/85	149/78	128/80	130/90	146/72	142/86	143/71		
	ЧСС		77	89	96	100	92	80	67		
	КВ		11,3	12,5	20	25	12,4	14,3	9,3		
	АП		2,1	2,0	1,8	1,9	2,0	2,0	1,9		
X _{ср}	ЧСС	84,8	94	94,6	103,8	99,1	104,8	92,3	87,2	88,1	
	КВ	21,5	19,2	22,7	24,4	31,2	26,9	24,2	18,3	20,5	
	АП	N	N	N	N	N	N	N	N	N	

Физиологические показатели участников горного мероприятия в
урочище Челмас, июль 2019

участник	дата	1.07 / +22°C					2.07 / +15°C				3.07 / +18°C	
	время	10.00	15.00	16.02	17.50	19.14	07.10	08.48	12.32	18.40	08.40	17.42
	точка	ЭБЦ	лагерь	старин. с.	лагерь		лагерь	горы	горы	лагерь	лагерь	ЭБЦ
	м./у.м.	437	1 500	1 800	1 500		1 500	1 600	2 250	1 500	1 500	437
	Подъем за 5 ч.	адаптация					подъем					
отрезок	I	II					III					
X ₁	АД	118/69	119/78		126/85	142/94	115/79	122/65	104/74	137/81	106/73	118/75
	ЧСС	85	95		103	107	100	111	110	106	122	99
	КВ	17,3	23,2		25,1	22,3	27,8	19,5	36,7	18,9	37,0	23,0
	АП	1,2	1,3		1,5	1,8	1,3	1,3	1,1	1,6	1,1	1,3
X ₂	АД	94/62	96/54		104/56	113/68	112/74	105/68	104/57	108/69	103/59	101/54
	ЧСС	87	67		86	98	81	95	105	107	89	80
	КВ	27,2	16,0		17,9	21,8	21,3	25,7	22,3	27,4	20,2	17,0
	АП	0,8	0,7		0,8	1,1	1,1	1,0	0,9	1,3	0,9	0,8
X ₃	АД	100/56	106/50	107/65	104/66	111/65	104/59	99/62	106/66	115/66	100/53	105/68
	ЧСС	68	85	94	81	79	88	94	100	87	83	86
	КВ	15,5	15,2	22,4	21,3	17,2	19,6	25,4	25	17,8	17,7	23,2
	АП	0,9	0,9	1,1	1,0	1,1	1,0	0,9	1,1	1,2	0,9	1,1
X ₄	АД	100/59	111/62	105/74	92/41/	113/63	107/65	98/60	122/99	157/102	107/62	104/56
	ЧСС	84	87	86	77	81	77	92	80	70	82	70
	КВ	20,5	17,8	27,7	15,1	16,2	18,3	24,2	34,8	12,7	18,2	14,6
	АП	0,9	1,1	1,1	0,6	1,1	1,0	0,9	1,5	2,0	1,6	0,9
X ₇	АД	136/76	131/74		121/76	135/81	150/84	126/68	108/58	128/79	133/77	122/68
	ЧСС	98	91		94	98	92	90	112	87	102	88
	КВ	15,3	16,0		20,9	18,1	13,9	15,5	22,4	17,8	18,2	16,3
	АП	1,6	1,6		1,4	1,7	1,9	1,4	1,1	1,6	1,6	1,4
X ₈	АД	123/78	98/69	99/68	112/75	120/87	125/84	105/73	117/79	114/73	106/62	112/68
	ЧСС	85	99	101	105	110	95	96	108	100	93	93
	КВ	18,9	34,1	32,6	28,4	33,3	23,2	30	28,4	24,4	21,1	21,1
	АП	1,4	1,0	1,0	1,2	1,4	1,5	1,1	1,3	1,2	1,0	1,2
X ₉	АД	110/67	127/75		121/77	137/94	121/78	121/85	120/79	137/88	119/72	123/71
	ЧСС	79	98		95	117	98	109	105	96	98	92
	КВ	18,4	18,8		21,6	27,2	22,8	30,3	25,6	19,6	20,9	17,7
	АП	1,1	1,4		1,4	1,8	1,4	1,4	1,4	1,7	1,3	1,3
X ₁₂	АД	90/60	96/57	102/66	99/67	95/67	95/57	100/70	100/68	104/64	110/59	105/64
	ЧСС	68	93	122	107	88	84	99	105	96	96	92
	КВ	22,7	23,8	33,9	33,4	31,4	22,1	33	32,8	24,0	18,8	22,4
	АП	0,8	0,8	1,0	1,0	0,9	0,8	1,0	1,0	1,0	1,1	1,0
X ₁₃	АД	149/104	143/83	156/87			160/83	143/83	135/85	151/78		178/72
	ЧСС	84	92	96			87	88	99	83		79
	КВ	18,7	15,3	13,9			11,3	14,5	19,8	11,4		7,5
	АП	2,2	2,0	2,2			2,2	2,0	1,9	2,1		2,4
X ₁₄	АД	120/80					111/68	99/58	93/60	101/62	107/52	91/53
	ЧСС	70					93	109	114	88	79	88
	КВ	17,5					21,6	26,6	34,5	22,6	14,4	23,2
	АП	1,4					1,2	1,0	0,9	1,0	1,0	0,8
X _{ср}	ЧСС	80,8	89,7	99,8	93,5	97,3	89,5	98,3	103,8	92,0	93,8	86,7
	КВ	19,2	20,0	26,1	23,0	23,4	20,2	24,5	28,2	19,7	20,7	18,6
	АП	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N