

ПЕРСПЕКТИВЫ ИЗУЧЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО КИСЛОРОДНОГО РЕЖИМА ТКАНЕЙ ЧЕЛОВЕКА

[А.В. Абрамцова, В.Ю. Куликов](#)

*ГОУ ВПО «Новосибирский государственный медицинский университет
Минздравсоцразвития» (г. Новосибирск)*

Исследованы индивидуальные реакции микрорайона кожи при проведении окклюзионной пробы у мужчин с артериальной гипертензией $n = 19$ ($27 \pm 1,2$ лет), $n = 38$ ($66,4 \pm 0,7$ года) и практически здоровых мужчин $n = 26$ ($30 \pm 0,6$ года) и $n = 16$ ($65,1 \pm 1,1$ года) методом отражательной абсорбционной спектрофотометрии. Показаны варианты реагирования на гипероксию: у лиц с артериальной гипертензией оксигенация гемоглобина достоверно ниже в реактивную гиперемию на первой минуте ($p < 0,001$) и 2–3 мин ($p < 0,05$) у молодых, а у пожилых в первую минуту ($p < 0,01$) и 2 мин ($p < 0,05$), в отличие от нормотоников. Выявлена зависимость оптической плотности кожи со степенью оксигенации гемоглобина в период гиперемии у молодых мужчин ($r = 0,6$; $p < 0,01$), а в старших возрастных группах ($r = 0,5$; $p < 0,05$), что свидетельствует о процессе трансформации молекулы гемоглобина в микроциркуляторном русле в зависимости от возраста и наличия артериальной гипертензии.

Ключевые слова: гемоглобин, микроциркуляция, окклюзионная проба

Абрамцова Анна Викторовна – ассистент кафедры нормальной физиологии ГОУ ВПО «Новосибирский государственный медицинский университет Минздравсоцразвития», e-mail: abramtsovaav@ngs.ru

Куликов Вячеслав Юрьевич – доктор медицинских наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, заведующий кафедрой нормальной физиологии ГОУ ВПО «Новосибирский государственный медицинский университет Минздравсоцразвития», e-mail: Kulikov_42@mail.ru

В современных научных направлениях кислород рассматривается как эволюционно приобретенный фактор регулирования жизнедеятельности организма, а его избыток или недостаток является ключевым фактором в реализации онтогенетической программы развития не только млекопитающих, но и всех аэробных организмов [1]. Транспорт кислорода в ткани регулируется через изменения сродства гемоглобина к кислороду, а во время гипоксии образование метаформ гемопротеидов рассматривается как механизм

защиты клеток от избытка кислорода при последующей гипероксии [2, 3]. Принятые в практической медицине методы оценки снабжения тканей кислородом относят к «золотому стандарту», при этом в микроциркуляторном русле определяют насыщение гемоглобина кислородом с использованием метода пульсоксиметрии, а в тканях измеряют напряжение кислорода при полярографических исследованиях [4]. Однако не достаточно отслеживать абсолютные значения кислорода в микроциркуляторном русле и тканях для установления путей его использования по оксидазному или оксигеназному восстановлению, перспективно проследить в режиме реального времени структуру конформационных переходов гемоглобина и гемсодержащих протеидов, входящих в мембранные комплексы оксидаз, что позволит выявить лимитирующие звенья функционирования кислородотранспортных систем.

Оценка содержания гемоглобина, степени его оксигенации и выявление других пигментов в тканях *in vivo* реализуется с использованием метода абсорбционной отражательной спектрофотометрии кожи и слизистых [5]. В основу определения содержания пигмента в тканях положены представления о процессах поглощения и рассеяния света, направленного на кожу, и количества отраженного излучения, которое зависит от глубины проникновения квантов света и максимального поглощения их пигментами. Измеряемый параметр выходящего из тканей кожи рассеянного излучения принято называть коэффициентом диффузного отражения (R). В спектральной области 400–600 нм глубина проникновения света в кожу составляет 0,5–2,5 мм, на спектр отражения приходится 15–40 %. В области выше 600 нм глубина проникновения света увеличивается до 8–10 мм, доля обратного рассеянного излучения и его значения R достигают 35–70 % [6]. Учитывая, что гемоглобин является основным пигментом крови и тканей, то в зависимости от нахождения его в окси- или деоксигенированном состоянии, а также при изменении валентности железа в геме, или при связи с гидроперекисями происходит смещение в максимумах поглощения в видимой области спектра. Наличие смещения в области полосы Соре, α - и β -полосе относятся к критериям диагностики различных форм гемоглобина как в условиях *in vitro*, так и *in vivo* [5]. Использование абсорбционной отражательной спектрофотометрии кожи в области видимого спектра позволяет не только рассчитать содержание общего гемоглобина, долю оксигенированного и деоксигенированного гемоглобина в измеряемом тканевом микрорайоне, но и провести анализ спектра тех длин волн, на которых изменяется оптическая плотность при образовании комплексов гемоглобина в условиях кратковременной ишемии и реперфузии. Важным моментом в оценке спектра оптической плотности кожи является наличие в тканях других пигментов, которые вносят вклад в величину экстинкции на некоторых длинах волн в видимом диапазоне. Показательно то, что с одной стороны с возрастом во всех тканях накапливается липофусцин, спектр поглощения приходится на область 380–420 нм и каротиноидов при 470–480 нм. С другой стороны при различных патологических процессах, в основе которых лежит синдром хронической гипоксии, повышается уровень порфиринов, которые имеют несколько пиков поглощения, приходящихся на длины волн 400–410, 510, 610–630 нм [7].

Таким образом, несмотря на наличие перекрывающихся спектров, в данной работе поставлена задача анализа оптического спектра тканевого микрорайона кожи *in vivo* в исходном состоянии и при проведении окклюзионной пробы в реальном масштабе времени. В результате регистрации спектра в покое и при кратковременной 3-минутной гипоксической нагрузки и постокклюзионной гипероксии предполагается выявить индивидуальные вариации спектров поглощения окисленных и восстановленных форм гемоглобина, как показателя кислородного режима в ткани в целом.

Методы и объекты исследования. В исследование принимали участие 99 мужчин, молодого возраста 55 человек ($28,5 \pm 0,9$ года) и пожилого возраста 44 человека ($65,7 \pm 0,9$

года). Все участники информировались о научно-исследовательской цели проведения обследования и после подписания информированного согласия, утвержденного этическим комитетом, включались в исследование. В возрастные группы включены мужчины практически здоровые и с артериальной гипертензией (АГ). Критериями включения в группу являлось наличие АГ 2 степени по рекомендации ВОЗ/МАГ (1999), 2–3 стадии с систолюдиастолическом вариантом. В группах сравнения были исследованы мужчины без патологии сердечно-сосудистой системы. Таким образом, сравнению подлежали мужчины по возрасту и наличию АГ, которые представлены в следующих группах: нормотоники в 1-й группе 26 человек (средней возраст $30 \pm 0,6$ года), 3-й группе 16 человек ($65,1 \pm 1,1$ года) и мужчины с АГ: во 2-й группе 19 человек ($27 \pm 1,2$ года) и 4-й группе 38 человек ($66,4 \pm 0,7$ года).

Методика проведения исследования. Исследования проводили с применением лабораторного фотоколориметра «Спектротон» 5П1.500.001 ПСМ, изготовитель НПО «Химавтоматика». Область его измерения охватывает видимую область спектра от 380 до 720 нм с интервалом 10 нм. Принцип действия прибора «Спектротон» основан на одновременном измерении коэффициентов отражения (R) на тридцати пяти фиксированных длинах волн за одну вспышку импульсной галогеновой лампы. В регистрирующем устройстве используется шаровая интегрирующая сфера и набор интерференционных светофильтров, математическая обработка результатов измерения проводится с помощью универсального программного контролера. Полученные коэффициенты отражения переводились в значения оптической плотности: $D = \text{LOG}(1/R)$; где D – оптическая плотность, R – коэффициент отражения.

Для всех пациентов измерение проводилось в одинаковых условиях. Время регистрации замеров приходилось на первую половину светового дня с 10 до 16 часов в условиях теплового комфорта (температура воздуха помещения 22–24 °С). Обследуемые находились в положении сидя в затемненной комнате. Замеры выполняли на левой верхней конечности, регистрация коэффициентов отражения осуществлялась с медианной поверхности нижней трети предплечья при проведении окклюзионной пробы. В начале проводили измерение отражения в исходном состоянии, затем накладывалась тонометрическая манжета, в неё нагнетался воздух до создания давления 200–220 мм рт. ст., и через 3 мин выполнялся замер. Затем воздух в манжете быстро спускался, и в конце 1-й, 2-й и 3-й мин после окклюзии проводились замеры.

Оценка пигмента крови *in vivo* проводилась с использованием расчетного индекса степени оксигенации гемоглобина (Y) [5]. Для выявления межгрупповых различий применяли парный критерий Стьюдента, достоверно различными считали значения при $p < 0,05$. Статистическая обработка данных проводилась с помощью программ Statistika 6.0.

Результаты и обсуждение. В результате исследования были получены данные оптической плотности кожи одновременно на 35-ти длинах волн у мужчин в зависимости от возраста и наличия АГ. По оптическому спектру рассчитывались индексы, отражающие степень насыщения гемоглобина кислородом для четырех клинических групп во всех пяти состояниях окклюзионной пробы (табл. 1).

**Показатели оксигенации крови в микроциркуляторном русле кожи
(индекс степени оксигенации гемоглобина – Y) у мужчин**

Группы	Молодые мужчины		Пожилые мужчины	
	пациенты без АГ	пациенты с АГ	пациенты без АГ	пациенты с АГ
Группы	2 (n = 26)	1 (n = 19)	4 (n = 16)	3 (n = 38)
Возраст	30,8 ± 0,9	27 ± 1,2	65,1 ± 1,08	66,4 ± 0,7
Y исходные	36,3 ± 1,6	38,9 ± 1,8	35,8 ± 1,4	36,6 ± 0,9
Y окклюзия	23,2 ± 1,2	25,6 ± 1,01	25,5 ± 1,9	24 ± 0,85
Y гиперемия 1 мин	48,9 ± 0,9	43,7 ± 0,8***	47,8 ± 1	43 ± 0,9***
Y гиперемия 2 мин	42,8 ± 1,4	38,1 ± 1,2*	40,7 ± 1,54	38,7 ± 1,1*
Y гиперемия 3 мин	38,5 ± 0,8	33,6 ± 2*	37,3 ± 1,04	36 ± 1,12

Примечание: достоверность отличия показателей между группами при ***p < 0,005, **p < 0,01, *p < 0,05.

При сравнении расчетных индексов степени оксигенации гемоглобина у молодых мужчин с заболеванием АГ (гипертоники) и группой сравнения без АГ (нормотоников) получены достоверные различия значения индексов в 1-ю мин реактивной гиперемии (p < 0,001) и на 2–3 мин (p < 0,05). У мужчин пожилого возраста также показано, что индексы степени оксигенации гемоглобина достоверно различаются у лиц с наличием АГ по сравнению с группой мужчин без заболевания АГ на 1-й мин гиперемии (p < 0,01) и на 2-й мин гиперемии (p < 0,05). В итоге, данные, характеризующие степень насыщения гемоглобина кислородом в микроциркуляторном русле кожи мужчин с заболеванием АГ как в молодом, так и в пожилом возрасте, оказались ниже и, по-видимому, определяются структурно-функциональными изменениями микрогемодинамики [8, 4]. Однако регуляторные контуры газообмена в тканях имеют физико-химическую основу, реализующуюся через изменения сродства гемоглобина к кислороду посредством внутри- и внеэритроцитарных механизмов. Способность гемоглобина и гемопротейдов ткани находиться в окисленном или восстановленном состоянии сопровождается изменением их конфигурации, что влияет на спектр поглощения гемов в видимой области спектра. Колебания спектра в области полосы Soret обусловлено конфигурацией протетической группы в гемоглобине в зависимости от нахождения его в окси- или деоксиформе. Оксигемоглобин характеризуется максимальным поглощением на длинах 410–420 нм, для деоксигемоглобина на длинах 425–430 нм, метгемоглобина на 400–405 нм, а при образовании связей с гидроперекисью проявляется максимумом на длине 440 нм [9, 5]. Гемоглобин является преобладающим пигментом дермы и в микроциркуляторном русле представлен в разном соотношении его дериватов (окисленный, восстановленный) в зависимости от потребностей тканей в кислороде. Различные спектры поглощения каждой фракции гемоглобина вносят вклад в образование оптического спектра кожи.

Результаты индивидуальных измерений оптической плотности кожи (D) на 35 длинах волн (380–720 нм) у обследованных мужчин в четырех клинических группах вначале подлежали сравнению (рис. 1), а в последующем анализировались во взаимосвязи со степенью насыщения гемоглобина кислородом в разные периоды окклюзионной пробы (в исходном состоянии, при ишемии и реперфузии).

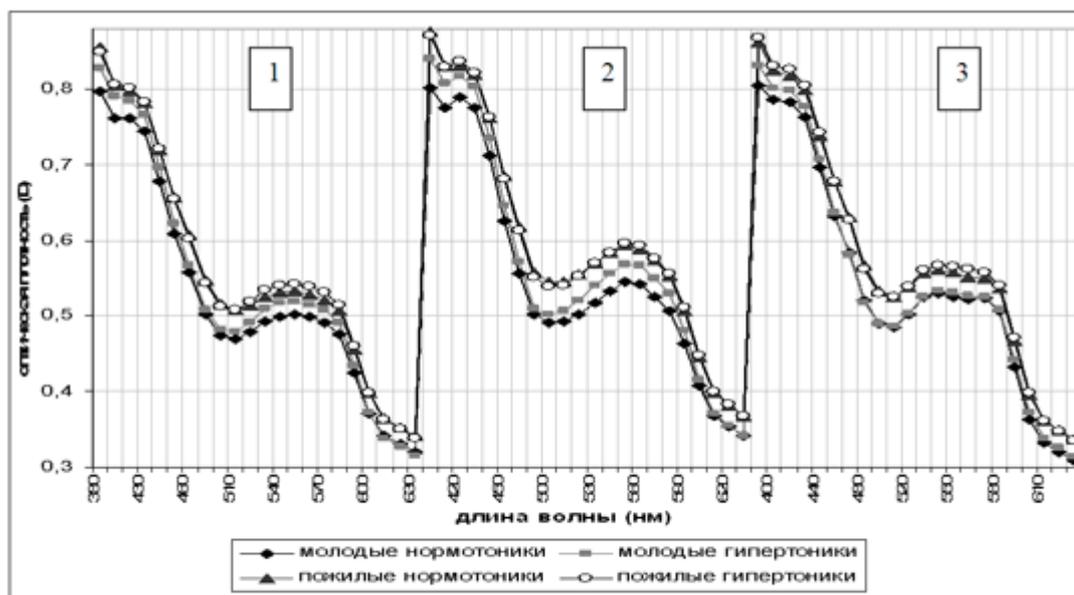


Рис. 1. Оптический спектр кожи при проведении окклюзионной пробы (1 – исходное состояние, 2 – ишемия, 3 – реактивная гиперемия) у мужчин

На рис. 1 представлены четыре графика оптической плотности кожи (D) в диапазоне 380–720 нм для трех состояний (окклюзионной пробы) соответственно выделенным группам: мужчины молодого возраста 1-я группа 26 человек без АГ, 2-я группа 19 человек с АГ и мужчины пожилого возраста, 3-я группа 16 человек без АГ и 38 человек с АГ. Спектры D кожи в группах характеризуются общей направленностью их изменений, вызванных окклюзионной пробой, при этом выявляются достоверные отличия D в зависимости от возраста. У обследованных мужчин нормотоников 1-й группы ($30 \pm 0,7$ года, $n = 26$), по сравнению с 3-й группой ($65,1 \pm 1,1$ года, $n = 16$) проявляются достоверные отличия по значениям спектра D кожи в диапазоне 380–720 нм: первое – на длинах волн от 440 до 720 нм в исходном состоянии ($p < 0,05$), при ишемии ($p < 0,005$) и реперфузии ($p < 0,01$); второе – в исходном состоянии выделяются две длины волн 400 и 430 нм, где также имеются различия между группами ($p = 0,04$); третье – в период ишемии наблюдаются различия во всем исследуемом диапазоне: на длинах 380–430 нм ($p < 0,05$) и 440–720 нм ($p < 0,005$); четвертое – во время 1-й мин реактивной гиперемии различия между группами на длинах от 380 до 430 нм отсутствуют.

При сопоставлении спектра D кожи на длинах 380–720 нм у мужчин с заболеванием АГ также выявлены достоверные отличия значений D кожи между возрастными группами 2-й ($27 \pm 1,2$ года, $n = 19$) и 4-й ($66,4 \pm 0,7$ года, $n = 38$): во-первых, на длинах волн от 450 до 720 нм в исходном состоянии ($p < 0,05$), при ишемии ($p < 0,01$) и реперфузии ($p < 0,05$); во-вторых, на 2–3 мин восстановления кровотока на длинах от 400 до 440 нм ($p < 0,05$). Однако у мужчин гипертоников не обнаружены различия только на длинах от 380 нм до 430 нм в исходном состоянии, при ишемии и на 1-й мин реперфузии.

Таким образом, при сравнении D кожи у мужчин в зависимости от возраста было показано, что общим для старших возрастных групп являются достоверно высокие показатели оптической плотности в диапазоне 450–720 нм как у нормотоников, так и у лиц с АГ. Следовательно, особенностью формирования оптического спектра кожи являются зависимые от возраста проявления пигментов, имеющих максимумы поглощения в видимой области 450–720 нм, однако на длинах 380–440 нм имеются различия D кожи, связанные с наличием заболевания АГ. При проведении сравнения значений D между группами мужчин с заболеванием АГ и контрольными группами в молодом и пожилом возрасте не выявлено достоверных отличий в диапазоне спектра 380–

440 нм как в исходном состоянии, так и в реактивную гиперемии, однако у молодых нормотоников величины D кожи в период ишемии оказались достоверно ($p < 0,05$) меньше при сопоставлении с группами молодых мужчин с АГ, пожилых с АГ и пожилых нормотоников.

В период гиперемии на первой минуте на длинах 380–430 нм оптическая плотность не имеет отличий между группами, что позволяет предположить наличие единой динамики изменения содержания оптически активных веществ при доступе кислорода независимо от возраста и заболевания АГ. При дальнейшем восстановлении кровотока на 2-й мин реперфузии у нормотоников и гипертоников пожилого возраста появляется преобладание спектра на длинах 380–430 нм с достоверностью $p < 0,05$. На 3-й мин реперфузии у молодых и пожилых нормотоников значения D становятся неразличимыми, а у гипертоников пожилого возраста сохраняются достоверные отличия на длинах 380–430 нм.

В итоге, при сравнении клинических групп по степени насыщения гемоглобина кислородом проявилась зависимость от наличия АГ (табл. 1), а по спектру D кожи выделяются диапазоны, имеющие возрастные проявления реагирования микрорайона на гипоксическую и гипероксическую нагрузки (рис. 1). В оценке спектра D кожи на каждой длине волны следует учитывать не только зависимое от возраста накопление пигментов в тканях, которые будут сопровождаться увеличением оптической плотности на тех длинах волн, где их поглощение максимально, но и то, что перекрывающиеся спектры поглощения различных хромофоров приводят к проявлению широких полос поглощения [10].

Количественным изменениям постоянно подвергается основной хромофор дермы гемоглобин, приспособлявая микрорайон ткани к потребностям его в кислороде через гемодинамические параметры. Вторым механизмом адаптации являются качественные конформационные перестройки гемоглобина, связанные с его окислительно-восстановительными свойствами под влиянием внутриэритроцитарных процессов и внеэритроцитарного окружения, изменяющих сродство гемоглобина к кислороду [2]. Из сказанного следует, что изменения спектра D кожи на отдельных длинах волн чувствительны к колебаниям в уровне насыщения гемоглобина кислородом. В исследованиях *in vivo* различия в содержании окси- и дезоксигемоглобина достигаются во время полной ишемии с использованием окклюзионного теста, что сопровождается изменениями не только конформации гемоглобина, но и гемопротеидов тканей в целом. Уже на первых минутах дефицита кислорода в клетках тканей перестают поддерживаться энергоемкие системы метаболизма, нарушаются пути образования, транспорта и потребления энергии, что сопровождается увеличением H^+ и накоплением восстановленных флавиновых дегидрогеназ, спектр поглощения которых проявляется на длине волны 450 нм. Очевидно, что возобновление кровотока во время реактивной гиперемии приведет к оттоку продуктов катаболизма АТФ и избытка H^+ на фоне увеличения процессов оксигенации тканей. Необходимыми условиями функционального восстановления тканей являются реактивация митохондриальных центров дегидрогеназ, возобновления пути восстановления кислорода до воды и наличие антиоксидантных систем, прерывающих повреждающие действие свободных радикалов [11].

Анализ связи между оптическим спектром кожи и индексами степени оксигенации гемоглобина во все периоды окклюзионного теста показал индивидуальные регуляторные пути оксигенации микрорайона в зависимости от возраста и наличия АГ.

В группах установлены корреляции между насыщением гемоглобина кислородом и спектром D : в молодом возрасте у мужчин нормотоников в период окклюзии на длинах

400–460, 490–520 нм ($r = 0,55$, $p < 0,05$), 530–620 нм ($r = 0,6$, $p < 0,01$) и в 1-ю мин гиперемии 620–660 нм ($r = 0,42$, $p < 0,05$), 670–720 нм ($r = 0,6$, $p < 0,01$); у молодых мужчин с АГ в исходном состоянии на длинах 380–490 нм ($r = -0,55$, $p < 0,01$), 500–720 нм ($r = -0,6$, $p < 0,01$), в периоды ишемии и 1-ю мин реактивной гиперемии связь не установлена, а во 2-ю мин гиперемии на длинах 460–490 нм ($r = 0,5$, $p < 0,05$); у пожилых мужчин без заболевания АГ в исходном состоянии на длинах 440–500 нм ($r = -0,55$, $p < 0,05$) и в 1-ю мин реактивную гиперемию на длинах 550–720 нм ($r = -0,55$, $p < 0,05$), во 2-ю мин на длинах 600–630 нм ($r = -0,53$, $p < 0,05$) и на 3-й мин восстановления кровотока корреляция приходится на диапазон 380–510 нм ($r = -0,6$, $p < 0,01$); у пожилых мужчин с АГ выявилась связь только во время 1-й мин реактивной гиперемии на длинах 600–630 нм ($r = -0,32$, $p \leq 0,05$). В результате анализа корреляции степени насыщения гемоглобина кислородом и значений D выявлены групповые особенности статистически достоверной зависимости и определены варианты прямой и обратной связи в разные периоды окклюзионной пробы. Только в группе молодых мужчин нормотоников имеется положительная корреляция оксигенации гемоглобина с длинами волн в областях полосы Соре, β - и α -полосы поглощения гемоглобина, что предполагает наличие прямой зависимости между содержанием кислорода в микрорайоне и соотношением окисленных и восстановленных форм гемоглобина. В других группах, в которых не установлена связь между поглощением кожей света и степенью оксигенации во время окклюзии, наблюдается, по-видимому, разобщение зависимости между содержанием кислорода в микрорайоне и формами гемоглобина, что указывает на наличие влияния со стороны других факторов, регулирующих кислородотранспортные системы крови и ткани.

В реактивную гиперемию 1-й, 2-й и 3-й мин установлены два варианта (прямая и обратная) статистической зависимости содержания оксигемоглобина и величины оптического спектра. Прямые связи в 1-й группе молодых мужчин нормотоников выявляются только в 1-ю мин реактивной гиперемии между оксигемоглобином и спектром на длинах выше 620 нм, где между окси- и деоксиформой гемоглобинов также есть различия в поглощении света, но пропускание света и его рассеивания выше, чем в других областях видимого диапазона; во-вторых, в группах пожилых мужчин обратная зависимость оксигемоглобина и спектра от 550 нм и выше. Положительная связь на 2-й мин гиперемии установлена во 2-й группе молодых мужчин с АГ в области 450–490 нм, где поглощения для гемоглобина минимальны, затем на 3-й мин отсутствует. Отрицательные связи характерны для пожилых мужчин: в 3-й группе нормотоников корреляции определяются на протяжении 3-х мин гиперемии в области 600–630 нм, а в 4-й группе пожилых мужчин с АГ только в 1-ю мин на длинах 600–630 нм.

Таким образом, различные корреляционные связи в клинических группах, по-видимому, обусловлены разными регуляторными контурами, направленными на восстановления оксигенации при колебаниях кровотока во время манжеточной пробы и связаны с имеющимися изменениями гомоциркуляции и сосудистой реактивностью. Причем, следует отметить, что структура корреляционных взаимодействий в зависимости от «программы» функционирования микрорайона, не является стабильной, что свидетельствует о том, что мы имеем дело с переходными процессами, для которых характерна стохастика причинно-следственных связей, реализующаяся в микроинтервалах времени. По-видимому, как системные, так и региональные механизмы регуляции кислородного режима ткани реализуются не только за счет эффективности оксигенации, но и за счет структурно-функциональных перестроек как гемоглобина, так и тканевых гемопротеинов в целом. Динамика изменения окислительно-восстановительных процессов в условиях гипоксии и реперфузионного окислительного стресса, а также изменение клеточных редокс-систем, запускаемых кислородом и его радикалами, лежит в основе формирования специфических причинно-следственных связей в кислородтранспортных путях, определяя тем самым адаптивные возможности

микрорайона в условиях как возрастных изменений, так и при развитии патологических процессов в целом и АГ в частности.

Список литературы

1. Янковский О. Ю. Токсичность кислорода и биологические системы / О. Ю. Янковский. – СПб., 2000. – 294 с.
2. Зинчук В. В. Роль кислородосвязывающих свойств крови в поддержании прооксидантно-антиоксидантного равновесия организма / В. В. Зинчук, М. В. Борисюк // Успехи физиологических наук. – 1999. – Т 30, № 3. – С. 38–48.
3. Меньшикова Е. Б. Окислительный стресс : патологические состояния и заболевания / Е. Б. Меньшикова, Н. К. Зенков, В. З. Ланкин. – Новосибирск, 2008. – 284 с.
4. Тепляков А. Т. Расстройства микроциркуляции при ишемической болезни сердца / А. Т. Тепляков, А. А. Гарганёва. – Томск : Издательство Томского университета, 2001. – 344 с.
5. Оптическая биомедицинская диагностика ; пер. с англ. / В. В. Тучина. – М. : Физматлит, 2007. – Т. 2. – С. 15–115.
6. Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови : руководство для врачей / А. И. Крупаткина, В. В. Сидорова. – М. : ОАО Издательство «Медицина», 2005. – 256 с.
7. Ghosh A. First-Principles Quantum Chemical Studies of Porphyrins / A. Ghosh // Accounts of Chemical Research. – 1998. – Vol. 31. – P. 189–198.
8. Козлов В. И. Система микроциркуляции крови : клинико-морфологические аспекты изучения / В. И. Козлов // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2006. – Т. 5. – С. 84–101.
9. Метелица Д. И. Активация кислорода ферментативными системами / Д. И. Метелица. – М., 1982. – 255 с.
10. Векшин Н. Л. Фотоника биологических структур / Н. Л. Векшин. – Пушкино : НЦБИ 1988. – 158 с.
11. Биленко М. В. Ишемические и реперфузионные повреждения органов / М. В. Биленко. – М. : «Медицина», 1989. – 368 с.

INDIVIDUAL OXYGEN TISSUE REGIMEN STUDY PROSPECTS OF A HUMAN-BEING

A.V. Abramtsova, V.Y. Kulikov

SEI HPE «Novosibirsk State Medical University Minhealthsocdevelopment» (Novosibirsk c.)

The individual reactions are studied in the skin microregion occlusion tests for men with hypertension $n = 19$ ($27 \pm 1,2$ years), $n = 38$ ($66,4 \pm 0,7$ years) and healthy males $n = 26$ ($30 \pm 0,6$ years) and $n = 16$ ($65,1 \pm 1,1$ years) using reflectance absorption spectrophotometry. Reaction variants on hyperoxia are shown: in persons with a hypertension hemoglobin oxygenation authentically is evidently low in jet hyperemia during the 1st minute ($p < 0,001$) and 2-3 minutes ($p < 0,05$) in young patients, and in elderly 1 minute ($p < 0,01$) and 2 minutes (p

<0,05), unlike healthy males. Dependence of optical density of a skin with degree of oxygenation of hemoglobin during the period hyperemia at young men ($r = 0,6$, $p < 0,01$) is revealed, and in the senior age groups ($r = 0,5$, $p < 0,05$) that testifies to process of transformation of a hemoglobin molecule in a microhemodynamic channel depending on age and presence of an arterial hypertension.

Keywords: Hemoglobin, microcirculation, occlusion test

About authors:

Abramtsova Anna Viktorovna – assistant of normal physiology department SEI HPE «Novosibirsk State Medical University Minhealthsocdevelopment», e-mail: abramtsovaav@ngs.ru

Kulikov Viacheslav Yurjevich – doctor of medical sciences, professor, honored scientist RF, head of normal physiology department SEE HPE «Novosibirsk State Medical University Minhealthsocdevelopment», e-mail: Kulikov_42@mail.ru

List of the Literature:

1. Yankovskiy O.U. Oxygen toxicity and biological systems / O.U. Yankovskiy. - Spb., 2000. - 294p.
2. Zinchiuk V.V. Role of blood properties oxygen connection in organism's pro-oxidant-antioxidant balance support / V.V. Zinchiuk, M.V. Borisiuk // Physiological sciences' success. - 1999. - V. 30, №3. - P.38-48.
3. Menshykova E.B. Oxydizing stress: pathological states and diseases / E.B. Menshykova, N.K. Zenkov, V.Z. Lankin. - Novosibirsk, 2008. - 284p.
4. Teplyakov A.T. Microcirculation disturbances in ischemic heart disease / A.T. Teplyakov, A.A. Garganyova. - Tomsk: Publishers by Tomsk University, 2001. -344p.
5. Optical biomedical diagnostics; transl. from Engl. / V.V. Tuchina. - M.: Phymathlit, 2007. - V.2. - P. 15-115.
6. Laser Doppler fluorimetric of blood circulation: doctors` manual / A.I. Krupatkina, V.V. Sidorova. - M.: OAS Publishers «Medicine», 2005. - 256p.
7. Ghosh A. First-Principles Quantum Chemical Studies of Porphyrins / A. Ghosh // Accounts of Chemical Research. – 1998. – Vol. 31. – P. 189–198
8. Kozlov V.I. Blood micro-circulation system: clinical-morphological aspects of study / V.I. Kozlov // Regional blood-circulation and micro-circulation. - 2006. - V.5. - P. 84-101.
9. Metelitsa D.I. Oxygen activation with ferment systems / D.I. Metelitsa. - M., 1982. - 255p.
10. Vekshyn N.L. Photonics of biological structures / N.L. Vekshyn. - Pushchino: NCBI 1988. - 158p.
11. Bilenko M.V. Ischemic and re-perfusion damages to organs / M.V. Bilenko. - M.: «Medicine», 1989. - 368p.