

УДК 612.68.015.3

*О.В.Коркушко, Л.А.Иванов***ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТКАНЕВОГО КИСЛОРОДНОГО ОБМЕНА И ОКИСЛИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ У ДОЛГОЖИТЕЛЕЙ**

ГУ «Институт геронтологии НАМН Украины им. акад. Д.Ф.Чеботарева», г. Киев

Резюме. Особенности тканевого кислородного обмена и окислительных процессов изучены у долгожителей, которые признаны как физиологически стареющие. В качестве показателя кислородного тканевого обмена исследовали напряжение кислорода в подкожной клетчатке предплечья полярографическим методом при пробах с десятиминутной ингаляцией кислорода (с синхронной регистрацией оксигеомграммы) и пережатием сосудов конечности в течение 10 минут. Такой подход дал возможность оценить доставку и потребление кислорода. Для изучения качественной характеристики окислительных процессов определяли ватокислорода крови, мочи, рассчитывали коэффициент недоокисления, предложенный Мюллером.

Установлено, что с возрастом снижается интенсивность тканевого дыхания, нарастает количество недоокисленных продуктов в крови и моче, повышается ко-

эффициент недоокисления. Снижение интенсивности тканевого дыхания в подкожной клетчатке отражает развитие тканевой гипоксии, которая связана со снижением активности ферментов, принимающих участие в кислородном обмене. Снижение с возрастом тканевой перфузии ведет к формированию циркуляторной гипоксии и вносит также значительный вклад в формирование тканевой гипоксии. Обнаруженные у долгожителей изменения со стороны тканевого кислородного обмена и окислительных процессов в основном соответствуют таковым у людей в возрасте 80-89 лет. Это дает основание утверждать о физиологическом старении долголетних людей.

Ключевые слова: старение, долгожители, гипоксия, тканевой кислородный обмен, функционирующие капилляры.

Введение. Вопрос о факторах долгожительства, о результатах изучения долголетия людей, выяснение медико-биологических, социальных и экономических аспектов долгожительства является одним из важных аспектов геронтологии.

По мнению Д.Ф.Чеботарева (1972) долголетие является результатом и проявлением физиологического старения и долгожитель – своего рода естественная биологическая модель физиологической старости, изучение которой имеет большое теоретическое и практическое значение. Поэтому изучение функционального состояния различных органов и систем, обменных процессов и нейрогуморальной регуляции у долгожителей, которые наиболее полно соответствуют представлениям о естественном физиологическом старении человека, позволит установить общие закономерности процесса старения, развитие ускоренного старения и определить его профилактику и лечение.

Это положение достаточно четко обосновано данными обследования долгожителей Абхазии, организованного Институтом клинической физиологии Академии Наук УССР под руководством академика А.А.Богомольца в 1936-1937 гг. и широко освещенного на конференции «Старость», состоявшейся в 1938 г. в Киеве при активном участии Н.Д.Стражеско. В дальнейшем вопрос о долгожительстве и значимости медико-биологических, социальных, образа жизни, экономических факторов в достижении долголетия успешно получило свое дальнейшее развитие в Институте геронтологии АМН СССР под руководством академика Д.Ф.Чеботарева, о чем свидетельствуют многочисленные публикации и проведенные конференции. Более того, в 80-х годах Институтом геронтологии АМН СССР про-

ведена экспедиция в Абхазии с участием группы грузинских ученых, которую возглавлял С.М.Далакишвили. Полученные данные дали основание считать возможным достижение активного долголетия как результат физиологического старения. Более того, проведенные исследования позволяют отрицать все еще существующее положение о старости как болезни.

Нами установлено, что для физиологической старости характерно отсутствие значительных нарушений со стороны органов и систем, обменных процессов, менее выражена гетерохронность этих изменений, на достаточном уровне сохраняются адаптационно-приспособительные механизмы [6]. При сравнительном изучении процесса старения у здоровых людей старше 50 лет и долгожителей можно отметить определенную закономерность изменения органов и систем организма, обменных процессов. Наиболее значимые изменения со стороны сердечно-сосудистой системы и системы гемостаза отмечаются уже в шестом десятилетии. В этот период наиболее интенсивно также нарастают сдвиги со стороны обменных процессов, изменяется нейро-гуморальная регуляция. В этой связи Д.Ф.Чеботарев (1972) указывает на необходимость уделять большое внимание возрастному периоду 50-70 лет. Именно этот возрастной период во многом определяет, по какому пути будет развиваться процесс старения – по физиологическому либо ускоренному (патологическому) типу. Учитывая важную роль, которую играет гипоксия при старении и в формировании ускоренного старения, особый интерес представляет изучение кислородного обеспечения тканей и интенсивности его тканевого потребления у долгожителей.

Материал и методы. Обследовано 39 человек (11 мужчин и 28 женщин) в возрасте старше

90 лет, которых по состоянию здоровья можно отнести к физиологически стареющим. Полученные данные по состоянию кислородного обмена в тканях сопоставляли с результатами обследования 29 людей в возрасте 20-29 лет и 133 практически здоровых людей в возрасте 60-89 лет.

В качестве показателя тканевого кислородного обмена исследовали напряжение кислорода (PO_2) в тканях, которое позволяет охарактеризовать факторы, определяющие тканевой кислородный обмен – доставку и потребление кислорода. PO_2 определяли в подкожной клетчатке предплечья полярографическим методом при пробах с десятиминутной ингаляцией кислорода (с синхронной регистрацией оксигевограммы) и пережатием сосудов конечности в течение 10 минут. Методика исследования разработана нами (О.В.Коркушко, Л.А.Иванов, 1969) и опубликована под названием «К методике изучения тканевого кислородного обмена» в журнале «Клиническая медицина» [5]. Spiрографическое исследование при дыхании кислородом позволило определить поглощение кислорода и недостаток кислорода в организме (проба Уленбрука).

Цель исследования. Изучить тканевой кислородный обмен у долгожителей.

Результаты исследования и их обсуждение. Анализ динамики PO_2 в подкожной клетчатке при пробе с пережатием сосудов показал, что у долгожителей, по сравнению с людьми молодого возраста, удлиняется латентный период снижения PO_2 , уменьшается угол снижения, уровень снижения PO_2 за время пережатия, а также первую и первые две минуты ишемии (табл. 1).

Эти показатели отражают снижение PO_2 в подкожной клетчатке в условиях, когда нарушена доставка кислорода и характеризуют интенсивность тканевого дыхания [3-9, 17, 18, 20, 22].

После окончания ингаляции кислорода у долгожителей возрастает латентный период и длительность снижения PO_2 в подкожной клетчатке по сравнению с молодым возрастом (табл. 2).

Все это указывает на уменьшение интенсивности тканевого дыхания (его потребления) в подкожной клетчатке у долгожителей по сравнению с лицами 20-29 лет. Практически такая же закономерность изменений этих показателей отмечена у людей в возрасте 60-89 лет.

При сопоставлении с людьми молодого возраста у долгожителей удлиняются стабилизация кислородного насыщения артериальной крови после ингаляции кислорода и латентный период снижения кислородного насыщения артериальной крови при пробе с задержкой дыхания (фаза АБ оксигенограммы). Фаза АБ у лиц 20-29 лет составила $17,7 \pm 1,28$ с, 60-89 лет – $20,8 \pm 0,55$ с, старше 90 лет – $20,6 \pm 0,55$ с. Поскольку указанные параметры отражают интенсивность тканевого дыхания и удлиняются при ее снижении [1, 7, 10, 13], можно сделать вывод, что интенсивность потребления кислорода тканями у долгожителей по сравнению с молодыми снижена.

Следует отметить, что полярографические и оксигевографические показатели, характеризующие интенсивность потребления кислорода у долгожителей, не отличаются существенно от аналогичных параметров в группе пожилых и стариков (табл. 1 и 2).

Таким же образом изменяется поглощение кислорода организмом. Этот показатель снижен у долгожителей по сравнению с молодым возрастом, составляя соответственно $161,5 \pm 7,98$ мл и $250,5 \pm 8,36$ мл, и степень его снижения примерно такая же, как 60-89 лет, когда поглощение кислорода равняется $179,2 \pm 3,25$ мл.

Отчетливые половые различия потребления кислорода отмечаются уже у лиц молодого возраста ($255,5 \pm 7,94$ мл у мужчин и $196,7 \pm 22,47$ мл у женщин). Эти различия сохраняются в возрасте 60-89 лет ($172,6 \pm 8,13$ мл у мужчин и $146,9 \pm 6,78$ мл у женщин) и отсутствуют лишь у долгожителей (в возрасте старше 90 лет поглощение кислорода $164,8 \pm 10,35$ мл у мужчин и $157,9 \pm 12,74$ мл у женщин).

При пробе с ингаляцией кислорода обнаружено, что у долгожителей прирост PO_2 в подкожной клетчатке по сравнению с обеими контрольными группами уменьшается (табл. 2).

Как известно, кислородное снабжение тканей определяется деятельностью дыхательной и сердечно-сосудистой систем. Такой интегральный показатель функционирования системы внешнего дыхания, как насыщения артериальной крови кислородом, хотя и снижен у долгожителей ($90,8 \pm 0,91$ %) по сравнению с людьми молодого возраста ($95,6 \pm 0,22$ %), но не отличаются от уровня оксигемоглобина у пожилых и старых людей ($90,5 \pm 0,32$ %). То же относится и к показателям оксигенации крови в легких при кислородной пробе.

Поэтому, очевидно, причиной уменьшения прироста PO_2 в подкожной клетчатке у долгожителей по сравнению с молодыми, пожилыми и стариками являются изменения системы кровообращения.

Такое предположение подтверждается, во-первых, уменьшением у долгожителей прироста PO_2 в подкожной клетчатке, отнесенного к 1% роста кислородного насыщения артериальной крови, то есть одному и тому же росту кислородного насыщения артериальной крови соответствует меньший прирост PO_2 . Во-вторых, у долгожителей отчетливо удлиняется латентный период повышения PO_2 при пробе с ингаляцией кислорода (табл. 2). Поскольку этот пример отражает состояние капиллярно-тканевой диффузии кислорода, следует полагать, что у долгожителей в определенной степени ухудшается состояние капиллярной циркуляции [5-7, 23]. Сказанное подтверждается тем, как это показано нами ранее, с возрастом происходит снижение перфузии тканей, в частности кожи, за счет уменьшения количества функционирующих капилляров, при

Таблиця 1

Показатели динамики PO₂ в подкожной клетчатке при пережатии сосудов конечности в различные возрастные периоды

Исследуемый показатель	Молодой возраст (20-29 лет)	Пожилой и старческий возраст (60-89 лет)	Старше 90 лет	
	M±m	M±m	M±m	Достоверность отличий от группы 20-29 лет, p
Латентный период снижения PO ₂ , с	4,3±0,59	11,3±0,55	10,9±1,41	<0,001
Угол снижения PO ₂ , градусы	25,7±1,98	17,5±0,48	17,9±2,35	<0,01
Уровень снижения PO ₂ за первую минуту, мм рт. ст.	10,6±0,78	7±0,30	7,5±1,22	<0,05
Уровень снижения PO ₂ за первые 2 минуты, мм рт. ст.	17,4±0,96	12,3±0,55	12,8±1,45	<0,01
Уровень снижения PO ₂ за время пережатия, мм рт. ст.	40±1,85	32,9±0,89	31,2±3,16	<0,02
Латентный период повышения PO ₂ после пережатия, с	3,9±0,58	5,9±0,54	6±1,44	<0,05
Время стабилизации уровня PO ₂ после пережатия, с	259,4±25,75	259,4±9,85	218,2±11,85	<0,05

Таблиця 2

Показатели динамики насыщения артериальной крови кислородом и PO₂ в подкожной клетчатке при пробе с ингаляцией кислорода в различные возрастные периоды

Исследуемый показатель	Молодой возраст (20-29 лет)	Пожилой и старческий возраст (60-89 лет)	Старше 90 лет	
	M±m	M±m	M±m	Достоверность отличий от группы 20-29 лет, p
Ингаляция кислородом (O ₂)				
Латентный период повышения PO ₂ , с	19,3±1,34	25,8±1,14	37,5±5,19	<0,001
Время достижения максимального уровня PO ₂ , с	336±27,95	532,4±8,99	541,2±18,49	<0,01
Время достижения максимального насыщения артериальной крови кислородом, с	60,9±4,98	128,1±5,29	135,8±9,95	<0,001
Прирост PO ₂ , мм рт. ст.	49,5±6,47	35,2±2,29	26,1±4,03	<0,003
Прирост насыщения артериальной крови кислородом, %	5±0,32	8,1±0,32	9,2±0,74	<0,001
Прирост PO ₂ (мм рт. ст.) отнесенный к 1% роста насыщения артериальной крови кислородом	10,9±1,22	5,3±0,32	3±0,45	<0,001
После ингаляции (дыхание воздухом)				
Латентный период снижения насыщения артериальной крови кислородом после ингаляции O ₂ , с	27,5±2,56	5,9±0,54	6±1,44	<0,1 >0,05
Длительность снижения насыщения артериальной крови кислородом после ингаляции O ₂ , с	202,1±8,49	286,7±7,21	294,9±20,10	<0,001
Латентный период снижения PO ₂ после ингаляции O ₂ , с	25,8±0,17	40,7±2,09	38,6±4,79	<0,05
Длительность снижения PO ₂ после ингаляции O ₂ , с	371,7±20,29	548,5±16,01	520,7±36,70	<0,001

Таблица 3

Вака́т-кислоро́да крови и мочи у людей различного возраста

Возраст, лет	Вака́т-кислоро́да суточной мочи, г	Вака́т-кислоро́да крови, мг%	Коэффициент недоокисления
20-29	9,82±0,52	197±6,8	0,92±0,02
50-59	12,82±0,70	264±9,9	1,09±0,11
60-69	13,14±0,20	250±15,1	1,16±0,01
70-79	9,64±0,46	272±22,7	1,20±0,04
80-89	9,87±0,40	270±7,7	1,21±0,04
> 90	8,36±0,18	195±8,1	1,34±0,01

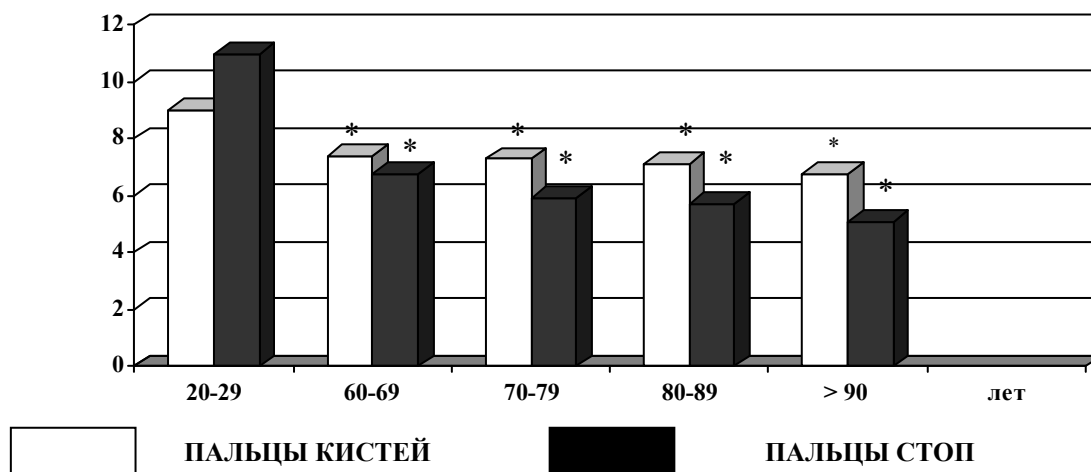


Рис. 1. Количество функционирующих капилляров в 1 линейном мм поля зрения при биомикроскопии ногтевого ложа пальцев кистей и стоп у людей разного возраста

Примечание. * - p<0,05 по сравнению с группой 20-29 лет

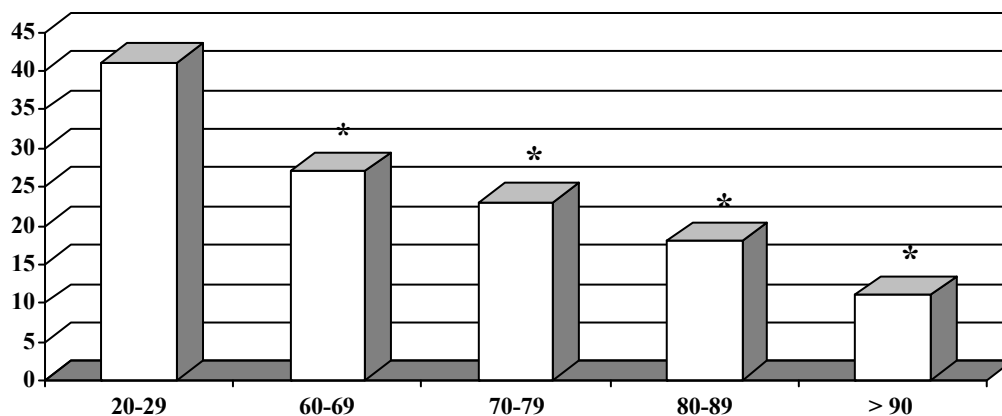


Рис. 2. Функциональный резерв капилляров в коже лимба ногтя (Процент дополнительных капилляров, открывшихся при пробе с реактивно-застойной гиперемией в 1 линейном мм поля зрения)

Примечание. * - p<0,05 по сравнению с группой 20-29 лет

этом снижается также их функциональный резерв [2, 6, 11, 12, 14, 15, 19, 20, 22] (рис. 1, 2).

Вместе с тем время достижения максимального уровня PO_2 при ингаляции кислорода и латентный период повышения PO_2 при реактивной постокклюзионной гиперемии у людей старше 90 лет существенно не отличаются от аналогичных параметров у людей 60-89 лет.

Обращает на себя внимание отсутствие возрастных различий в стабилизации PO_2 при пост-ишемической гиперемии (табл. 1). Дело в том, что кислород при реактивной гиперемии поступает в ткань, в значительной мере исчерпывающую свои кислородные ресурсы, и потребляется клетками. Меньшая интенсивность потребления кислорода при старении способствует сглаживанию возрастных различий в восстановлении уровня PO_2 .

У долгожителей при исследовании установлено снижение как абсолютного уровня недостатка кислорода в организме ($218 \pm 30,63$ мл), так и величины дефицита кислорода в процентах к его потреблению ($21,7 \pm 4,00$ %) по сравнению с лицами 60-89 лет (соответственно $358,1 \pm 13,62$ мл и $30,4 \pm 1,97$ %). Исходя из этих данных, можно сделать заключение, что кислородное снабжение тканей у долгожителей оказывается более адекватным тканевым окислительным процессам, чем у людей предшествующих десятилетий пожилого и старческого возраста. Однако, как об этом свидетельствуют выполненные нами исследования, совместно с П.А. Орловым (1972) показали, что коэффициент недоокисления, предложенный Мюллером, отражающий совершенство окислительных процессов в организме человека, с возрастом увеличивается и в частности у долгожителей имеет наибольшую выраженность (в возрасте 20-29 лет он составляет – 0,92, в 50-59 лет – 1,09, 60-69 лет – 1,16, 70-79 лет – 1, 20, 80-89 лет – 1,21, 90 лет и старше – 1,34).

Следует отметить, что несмотря на отрицательную динамику некоторых показателей роста PO_2 в подкожной клетчатке при пробе с ингаляцией кислорода, величина PO_2 в этой ткани у долгожителей ($42 \pm 3,35$ мм рт. ст.) поддерживается на том же уровне, что и у людей 60-89 лет ($41 \pm 1,18$ мм рт. ст.).

Обобщение полученных данных позволяет отметить, что ряд показателей кислородного обмена у долгожителей поддерживается практически на том же уровне, что и в предшествующих десятилетиях – людей пожилого и старческого возраста. Это показатели оксигенации крови в легких, интенсивности тканевого дыхания. Несмотря на отрицательную динамику некоторых показателей кислородного снабжения подкожной клетчатки, напряжение кислорода в ней остается практически на том же уровне, что и в 60-89 лет.

Совместно с нашим сотрудником П.А. Орловым (1972), изучена качественная характеристика окислительных процессов у здоровых людей в различные возрастные периоды. Одним из методов, дающим возможность получить общее пред-

ставление о качественном суммарном итоге этих процессов в целостном организме, является метод определения вакат-кислорода крови, мочи. Полученные результаты представлены в таблице 3.

Как видно из представленных данных, у долгожителей количество недоокисленных продуктов в суточной моче составило $8,36 \pm 0,18$ г, что существенно ниже, чем у людей в возрасте 50-69 лет. На основании оценки только этого показателя можно допустить, что на определенном этапе старения происходит «нормализация» тканевого окисления, что и ведет к уменьшению недоокисленных продуктов в организме. Однако анализ коэффициента недоокисления отрицает такое предположение. Коэффициент недоокисления, предложенный Мюллером для клинической оценки степени совершенства окислительных процессов, представляет отношения общего количества недоокисленных продуктов в моче к безбелковому азоту мочи, то есть количество продуктов недоокисления, приходящееся на 1 г безбелкового азота мочи. Как видно из таблицы, коэффициент недоокисления увеличивается по мере старения, достигая наибольшего значения ($1,34 \pm 0,01$) у долгожителей.

Таким образом, коэффициент недоокисления свидетельствует о том, что хотя образование недоокисленных продуктов у долгожителей уменьшено, степень совершенства окислительных процессов у них снижена по сравнению не только с людьми молодого возраста, но и людьми в возрасте 50-89 лет. Следовательно, за одной и той же величиной продуктов недоокисления в молодом возрасте, с одной стороны, в пожилом, старческом возрасте и у долгожителей, с другой, стоят процессы различной качественной характеристики. Низкие цифры вакат-кислорода мочи у долгожителей, как и у людей пожилого и старческого возраста, могут быть обусловлены более выраженным общим ослаблением интенсивности метаболизма, чем у людей в возрасте 50-69 лет. Анализ этих двух показателей подтверждает положение о том, что снижение интенсивности энергетического обмена при старении не есть простое уменьшение, а что оно сопровождается рядом существенных качественных изменений в тканевом окислении. Полученные данные свидетельствуют о том, что у долгожителей снижается не только интенсивность окислительных процессов, но и их совершенство, о чем свидетельствует повышение коэффициента недоокисления.

Обобщение полученных данных свидетельствует, что с возрастом снижается интенсивность тканевого дыхания, нарастает количество недоокисленных продуктов. При этом снижается не только интенсивность окислительных процессов, но и их совершенство, о чем свидетельствует повышение коэффициента недоокисления. Снижение интенсивности тканевого дыхания в подкожной клетчатке отражает развитие тканевой гипоксии, которая связана со снижением активности ферментов, принимающих участие в кис-

лородном обмене. Снижение с возрастом тканевой перфузии ведет не только к формированию циркуляторной гипоксии, но и вносит также значительный вклад в формирование тканевой гипоксии. Такие изменения в известной степени можно интерполировать и на другие ткани. Обнаруженные у долгожителей изменения со стороны тканевого кислородного обмена и окислительных процессов в основном соответствуют таковым у людей в возрасте 80-89 лет. Это дает основание утверждать о физиологическом старении долголетних людей и открывает новые аспекты изучения процесса старения. Более того, проведенные исследования дают основание рассматривать гипоксию не только как характерную особенность физиологического старения, но гипоксия может быть и как фактор ускоренного старения. Показано, что гипоксия при старении имеет сложный характер и обусловлена нарушением кислородного снабжения тканей в связи с возрастными изменениями газообмена в легких, сердечно-сосудистой системы, а также с ухудшением использования поступающего к тканям кислорода. Иными словами гипоксия при старении включает гипоксический, циркуляторный и тканевой фактор. В наших исследованиях показано, что соотношение кислородного снабжения тканей и потребления кислорода клетками не остается стабильным на протяжении старения [7]. В пожилом возрасте преобладает нарушение кислородного снабжения тканей, в старости на первый план выступает снижение интенсивности тканевого дыхания.

Вывод

Таким образом, одной из предпосылок успеха мероприятий, направленных на достижение активного долголетия, на профилактику преждевременного старения, на лечение различных заболеваний и патологических процессов, является глубокое знание закономерностей развития на позднем этапе онтогенеза кислородной недостаточности – гипоксии.

Перспективы дальнейших исследований. Средства, направленные на устранение гипоксических сдвигов с учетом характера и преобладающих звеньев нарушения кислородного гомеостаза, должны стать необходимым фоном терапии заболеваний у пожилых и старых людей.

Литература

1. Дембо А.Г. Оксигеметрия в практической работе врача / А.Г.Дембо // Клинич. мед. – 1959. – Т. 37, № 8. – С. 20-25.
2. Дужак Г.В. Вікові зміни реологічних властивостей крові та ендотеліальної функції мікросудинного русла: автореф. дис. на здобуття наук. ст. канд. мед. наук: 14.03.03 / Г.В.Дужак. – К., 2009. – 20 с.
3. Забіяка Л.К. Периферичний кровообіг і кисневе забезпечення тканин у хворих похилого віку на гіпертонічну хворобу та її зміни під впливом гіпотензивної терапії: автореф. дис.

- на здобуття наук. ст. канд. мед. наук: 14.01.11 / Л.К.Забіяка. – К., 2002. – 24 с.
4. Коркушко О.В. Кисневе забезпечення тканин при гіпертонічній хворобі у хворих старше 60 років / О.В.Коркушко, В.Ю.Лишневская, В.П.Чижова // Клініч. та експерим. патол. – 2004. – Т. 3, № 1. – С. 40-43.
5. Коркушко О.В. К методике изучения тканевого кислородного обмена [Текст] / О.В.Коркушко, Л.А.Иванов // Клинич. медицина. – 1969. – Т. 47, № 12. – С. 54-59.
6. Коркушко О.В. Гериатрия в терапевтической практике / О.В.Коркушко, Д.Ф.Чеботарев, Е.Г.Калиновская. – К.: Здоров'я, 1993. – 840с.
7. Коркушко О.В. Гипоксия и старение / О.В.Коркушко, Л.А.Иванов. – К.: Наукова думка, 1980. – 276 с.
8. Коркушко О.В. Роль микроциркуляторных нарушений в изменении тканевого кислородного обмена у больных гипертонической болезнью / О.В.Коркушко, Л.К.Забіяка, В.Ю.Лишневская: матеріали II Міжнародної конф. [«Мікроциркуляція та її вікові зміни»], (Київ, 22-24 травня 2002). – К., 2002. – С. 167-169.
9. Коркушко О.В. Роль системы микроциркуляции в развитии тканевой гипоксии у людей пожилого возраста / О.В.Коркушко, В.Ю.Лишневская, В.П.Чижова: матеріали XVI съезда Украинского физиологического общества, (Винница, 28-30 мая, 2002) // Физиол. ж. – 2002. – Т. 48, № 2. – С. 145-147.
10. Крепс Е.М. Оксигеметрия / Е.М.Крепс. – Техника. Применение в физиологии и медицине. – Л.: Медгиз, 1959. – 222 с.
11. Лишневская В.Ю. Микрососудистые нарушения при старении – роль в развитии патологии сердечно-сосудистой системы / В.Ю.Лишневская: материалы V Всероссийской конференции [«Клиническая гемостазиология и гемореология в сердечно-сосудистой хирургии»] (Москва, 3-5 февраля, 2011). – Москва, 2011. – С. 290-291.
12. Лішневська В. Ю. Роль дестабілізації гемоваскулярного гомеостазу в розвитку ішемії міокарда у пацієнтів старшого віку з ішемічною хворобою серця та можливості медикаментозної корекції виявлених змін: автореф. дис. на здобуття наук. ст. д-ра мед. наук: 14.01.11 / В.Ю.Лішневська. – К., 2004. – 47 с.
13. Мельников В.В. К анализу оксигеогаммы при задержке дыхания / В.В.Мельников // Физиол. ж. СССР. – 1961. – Т. 67, № 9. – С. 1142-1148.
14. Микроциркуляция и возраст / Д.Ф.Чеботарев, О.В.Коркушко, В.Ю.Лишневская [и др.]: материалы II Міжнародної конференції [«Мікроциркуляція та її вікові зміни»] (Київ, 22-24 травня, 2002). – К., 2002. – С. 153-164.
15. Микроциркуляция и гемореология при старении человека / К.Г.Саркисов, О.В.Коркушко, А.С.Ступина [и др.] // Пробл. старения и долголетия. – 1998. – Т. 7, № 3. – С. 269-273.

16. Орлов П.А. Вакат-кислорода крови и мочи у долгожителей / П.А.Орлов. // В кн. Долгожители. – К., 1972. – С. 152-154.
17. Особенности развития тканевой гипоксии у людей пожилого возраста при ИБС / В.Ю.Лишневская, О.В.Коркушко, В.П.Чижова [и др.] // ASTROECO – 2002. Current Status and Research in Observational Astronomy, Ecology and Extreme Physiology in the Elbrus Region. Abstracts. Hypoxia. Ecology. – Terskol, Russia, August 12-16. – С. 62-63.
18. Особливості розвитку гіпоксії у людей літнього віку / О.В.Коркушко, В.Ю.Лишневська, В.П.Чижова [та ін.] // Фізіол. ж. 2003. – Т. 49, № 3. – С. 50-57.
19. Саркісов К.Г. Структура кожных капилляров при старении человека / К.Г.Саркісов, А.С.Ступина, О.В.Коркушко: матеріали. Укр. конф. з міжнародною участю [«Мікроциркуляція та її вікові зміни»] (Київ, 19-21 травня 1999). – К., 1999. – С. 108-109.
20. Саркісов К.Г. Система мікроциркуляції при старінні людини: автореф. дис. на здобуття наук. ст. д-ра мед. наук.: 14.00.06 / К.Г.Саркісов. – К., 1993. – 47 с.
21. Чеботарев Д.Ф. Долгожительство и роль его в изучении процессов старения / Д.Ф.Чеботарев // В кн. Долгожители. – К., 1972. – С. 5-9.
22. Чижова В. П. Зміни мікроциркуляторної ланки судинного русла та функції ендотелію у хворих на гіпертонічну хворобу похилого та старечого віку під впливом антигіпертензивної терапії (еналаприл, амлодипін, небіволол – довготривалі спостереження): автореф. дис. на здобуття наук. ст. канд. мед. наук: 14.01.11 / В.П.Чижова. – К., 2005. – 24 с.
23. Penneys R. Oxygen tension of tissues by the polarographic method / R.Penneys, H.Montgomery // J. Clin. Invest. – 1952. – Vol. 31, № 8. – P. 1042-1048.

ВІКОВІ ОСОБЛИВОСТІ ТКАНИННОГО КИСНЕВОГО ОБМІНУ І ОКИСНЮВАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ У ДОВГОЖИТЕЛІВ

О.В.Коркушко, Л.О.Іванов

Резюме. Особливості тканинного кисневого обміну і окиснювальних процесів вивчені в довгожителів, які визнані як фізіологічно старіючі. Як показник кисневого тканинного обміну досліджували напругу кисню в підшкірній клітковині передпліччя полярографічним методом при пробах з десятихвилинною інгаляцією кисню (із синхронною реєстрацією оксигемограми) і перетисканням судин кінцівки протягом 10 хвилин. Такий підхід дав можливість оцінити доставку і споживання кисню. Для вивчення якісної характеристики окиснювальних процесів визначали вакат-кисню крові, сечі, розраховували коефіцієнт недоокиснення, запропонований Мюллером.

Встановлено, що з віком знижується інтенсивність тканинного дихання, зростає кількість недоокиснених продуктів у крові та сечі, підвищується коефіцієнт недоокиснення. Зниження інтенсивності тканинного дихання в підшкірній клітковині відображає розвиток тканинної гіпоксії, яка пов'язана зі зниженням активності ферментів, що беруть участь у кисневому обміні. Зниження з віком тканинної перфузії веде до формування циркуляторної гіпоксії та вносить також значний внесок у формування тканинної гіпоксії. Виявлені в довгожителів зміни з боку тканинного кисневого обміну і окиснювальних процесів в основному відповідають таким у людей віком 80-89 років. Це дає підставу стверджувати про фізіологічне старіння довголітніх людей.

Ключові слова: старіння, довгожителі, гіпоксія, тканинний кисневий обмін, функціонуючі капіляри.

AGE-RELATED SPECIFIC CHARACTERISTICS OF TISSUE OXYGEN METABOLISM AND OXIDATIVE PROCESSES IN LONG-LIVERS

O.V.Korkushko, L.O.Ivanov

Abstract. The specific characteristics of oxygen metabolism and oxidative processes were studied in long-living individuals who were assumed as physiologically aging individuals. Oxygen tension was assessed in the forearm subcutaneous fat as a tissue oxygen exchange indicator by means of the polarographic method, while performing 10 min oxygen inhalation tests (with synchronous oxymogram recording) and a 10 min cross-clamping of vessels. This approach made it possible to evaluate the oxygen delivery and oxygen uptake. To study the qualitative characteristics of oxidative processes, we assessed vacat-oxygen of the blood and urine and estimated the underoxidation coefficient proposed by Muller. We have found that the tissue respiration intensity falls, the amount of underoxidated products of the blood and urine rises, and the underoxidation coefficient increases with age. A decrease of tissue the oxygen respiration intensity in the subcutaneous fat reflects the development of tissue hypoxia which is associated with a reduced activity of the enzymes, being involved in the oxygen exchange. An age-related decrease of tissue perfusion leads to the formation of circulatory hypoxia and also contributes considerably to tissue hypoxia formation. Changes revealed on the part of the tissue oxygen exchange and oxidative processes in long-livers generally correspond to those that can be seen in people at the age of 80-89 years. This finding has every reason to state about physiological aging of long-livers.

Key words: aging, long-livers, hypoxia, tissue oxygen exchange, functioning capillaries.

S.I.D.F.Chebotaev State Institute of Gerontology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine (Kiev)

Рецензент – д. мед.н. Л.Д.Тодоріко

Buk. Med. Herald. – 2011. – Vol. 15, № 3 (59). – P. 193-199

Надійшла до редакції 26.05.2011 року