

Медианные значения закрытия ФАП при повторном исследовании составили 25,5 сут.

3. Были получены статистически не подтвержденные показатели ассоциации фактора наличия ВПС у матери в группе детей с ФАП.

Заключение. По результатам проведенного статистического анализа были выявлены возможные сроки закрытия функционирующего артериального протока у новорожденных. Медианные значения закрытия функционирующих артериальных протоков при повторном исследовании одного и того же ребенка составили 25,5 сут. Исследование сроков закрытия фетальных коммуникаций среди населения новорожденных детей Республики Саха (Якутия) требует дальнейшего изучения.

Работа выполнена при финансо-

вой поддержке гранта РФФИ (№18-05-60035_Арктика).

Литература

1. Володин Н.Н. Протокол ведения недоношенных детей с гемодинамически значимым функционирующим артериальным протоком / Н.Н. Володин, Е.Н. Байбарина. – М., 2009. – 34 с.
Volodin N.N. The protocol for management of premature babies with a hemodynamically significant arterial duct / N.N. Volodin, E.N. Baybarina. – M., 2009. – 34 p.
2. Детская хирургия. Клинические разборы / под ред. А.В. Гераськина. – М: ГЭОТАР - Медиа, 2011. – 216 с.
Pediatric surgery. Clinical reviews / A.V. Geraskin. – M: GEOTAR - Media, 2011. – 216 p.
3. Детская хирургия: национальное руководство / под ред. Ю.Ф. Исакова, А.Ф. Дронова. – М: ГЭОТАР - Медиа, 2009. – 1168 с.
Pediatric surgery: national leadership / ed. Yu.F. Isakov, A.F. Dronov. – M: GEOTAR - Media, 2009. – 1168 p.
4. Разумовский А.Ю. Хирургическая кор-

рекция открытого артериального протока у детей / А.Ю. Разумовский, А.Б. Алхасов, З.Б. Митупов // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. – 2017. – №7(3). – С. 24-32.

Razumovsky A.Yu. Surgical correction of the PDA in children / A.Yu. Razumovsky, A.B. Alkhasov, Z.B. Mitupov // Russian Bulletin of Pediatric Surgery, Anesthesiology and Resuscitation. – 2017. – №7 (3). – p. 24-32.

5. Разумовский А.Ю. Эндохирургические операции в торакальной хирургии у детей / А.Ю. Разумовский, З.Б. Митупов. – М.: ГЭОТАР - Медиа, 2010. – 304 с.

Razumovsky A.Yu. Endosurgical operations in thoracic surgery in children / A.Yu. Razumovsky, Z.B. Mitupov. – M.: GEOTAR - Media, 2010. – 304 p.

6. Руководство по перинатологии / под ред. Д.О. Иванова. – СПб.: Информ-Навигатор, 2015. – 22 с.

Guide to Perinatology / ed. D.O. Ivanov. – SPb.: Inform - Navigator, 2015. – 22 p.

7. Endoscopic surgery in infants and children / K. Bax [et al.]; editors Klaas (N) M.A. Bax [et al.]. – Berlin: Springer, 2008. – ill. – Bibliogr. at the end of chapters. – Subject index: p. 728-833.

С.И. Вдовенко, И.В. Аверьянова

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ МЕТАБОЛИЗМА И ФУНКЦИИ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ У ЮНОШЕЙ – ПОСТОЯННЫХ ЖИТЕЛЕЙ РАЗЛИЧНЫХ КЛИМАТОГЕОГРАФИЧЕСКИХ ЗОН СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ

DOI 10.25789/YMJ.2019.66.08

УДК 612.062;221.3-4;512.1-2

Изучены особенности перестроек метаболизма, а также функционирования респираторной системы у молодых здоровых лиц, постоянно проживающих в различных климатогеографических зонах северо-востока России, значительно отличающихся по индексу жесткости погоды. На основании изучения показателей спирографии и непрямой калориметрии было проведено сравнительное исследование юношей 17-21 года из числа европеоидов – уроженцев Севера в 1-м и 2-м поколениях, жителей Магаданской области и Чукотского автономного округа.

Анализ полученных данных показал, что компенсаторно-приспособительные перестройки в работе физиологических систем наблюдались у юношей всех обследованных групп, однако более всего они были характерны для жителей континентальной части Магаданской области, у которых адаптационные сдвиги были направлены на минимизацию выраженного холодового воздействия, характерного для этой климатической зоны. При этом у юношей данной группы были установлены наибольшие показатели суточных энергозатрат, обеспечивающих поддержание повышенной теплопродукции, а также максимальная среди всех обследованных юношей проходимость дистальных бронchioл, необходимая как для адекватного снабжения организма кислородом, так и защиты от низких температур атмосферного воздуха.

Ключевые слова: юноши, система внешнего дыхания, непрямая калориметрия, метаболизм, Север.

The features of metabolism rearrangements as well as the respiratory system functioning in young healthy individuals permanently residing in different climatic and geographical zones of northeastern Russia which differ significantly in the weather severity index were under study. Based on a study of spirometry and indirect calorimetry, a comparative study was conducted among 17-19 year old young men from the North born Caucasians-in their 1st and 2nd generations residing in Magadan region and Chukotka Autonomous Region.

An analysis of the data showed that compensatory adaptive changes in physiological systems were observed in young men of all the examined groups. However most of all they were typical for residents of the continental part of Magadan region whose adaptive shifts were aimed at minimizing the pronounced cold effect of this climatic area. At the same time, the young men of this group were found to have the highest daily energy consumption indicators that ensure the maintenance of the increased heat production. Besides, they demonstrated the maximum permeability of the distal bronchioles among all the young surveyed men, which is necessary both for adequate oxygen supply to the body and protection from low ambient temperatures.

Keywords: young males, external respiration system, indirect calorimetry, metabolism, the North.

НИЦ «Арктика» ДВО РАН, г. Магадан: **ВДОВЕНКО Сергей Игоревич** – к.б.н., н.с., доцент Северо-Восточного гос. ун-та, <http://orcid.org/0000-0003-4761-5144>, Vdovenko.sergei@yandex.ru, **АВЕРЬЯНОВА Инесса Владиславовна** – к.б.н., в.н.с., <http://orcid.org/0000-0002-4511-6782>, Inessa1382@mail.ru.

Одним из ведущих абиотических факторов Севера, который может приводить к истощению компенсаторных

и регуляторных механизмов, а также к нарушению постоянства внутренней среды, является холод [2]. При этом

особая структура климата северных регионов, несомненно, значительно повышает «цену адаптации», реализация которой не у всех происходит успешно [8].

Северо-Восток России представляет собой обширную территорию, значительно различающуюся по эколого-климатическим условиям, а также степени воздействия данных абиотических факторов на человека. Магаданскую область (МО) можно разделить на существенно различающиеся подзоны: приморскую часть, г. Магадан, которая является циклональной и для которой характерны постоянные ветра и относительно высокая температура воздуха в зимний период (-15°C), и континентальную часть, г. Сусуман, с почти полным отсутствием ветрового воздействия, но экстремальными пиками температур как в летний (36°C), так и в зимний (-53°C) период, а также относительно низкой влажностью [10]. Отдельно следует отметить приморскую зону Чукотского автономного округа (ЧАО, г. Анадырь), относящуюся уже к субарктическому климатическому поясу. Данные неблагоприятные условия вынуждают человека использовать дополнительные средства защиты от влияния указанных факторов окружающей среды [13]. Однако в отношении системы внешнего дыхания подобная практика не применима и именно она первой подвергается негативному воздействию холодного воздуха.

В связи с вышеизложенным, целью настоящей работы явилось выявление особенностей перестроек респираторной системы, а также метаболизма лиц, постоянно проживающих в различных климатогеографических зонах северо-востока России.

Материалы и методы исследования. Для достижения поставленной цели было проведено комплексное исследование 622 здоровых юношей в возрасте 17-21 года, уроженцев Севера из числа европеоидов в 1-м и 2-м поколении – постоянных жителей северо-востока страны. В 1-ю группу входили лица, постоянно проживающие в г. Магадане (приморская часть МО), во 2-ю – лица из г. Сусумана (континентальная часть МО), в 3-ю группу – юноши из г. Анадыря (приморская часть ЧАО).

Исследование проводилось в помещении с комфортной температурой воздуха. Для оценки функции внешнего дыхания (ФВД) применялся метод спирометрии, который представляет собой основной инструментальный

способ, позволяющий установить возможное наличие различных заболеваний респираторной системы [15]. Показатели ФВД регистрировались в открытой системе по принципу «объем-поток» с помощью компьютерного спироанализатора КМ АР 01 «Диамант-С» (Россия). Должные величины рассчитывались с помощью методики Р.Ф. Клемента (с соавт.) – общепринятому в Российской Федерации стандарту оценки спирографических проб [3]. Анализировались показатели: время выполнения спокойного и форсированного выдоха ($T_{\text{жел}}, T_{\text{фжел}}, \text{с}$); жизненная и форсированная емкость легких (ЖЕЛ, ФЖЕЛ, л); пиковая объемная скорость (ПОС, л/с); объем форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ₁, л); мгновенные объемные скорости на участках 25%, 50%, 75% от форсированного выдоха ($\text{МОС}_{25\%}, \text{МОС}_{50\%}, \text{МОС}_{75\%}, \text{л/с}$); средняя объемная скорость ($\text{СОС}_{25-75\%}, \text{л/с}$), а также два индекса бронхообструкции – Тиффно и Генслера (ИТ, ИГ, %).

Уровень протекания метаболических процессов в организме, а также некоторые показатели внешнего дыхания оценивались с помощью метабографа «Medgraphics VO2000» (США), принцип работы которого основан на методе «непрямой калориметрии» [14]. Определялись энергозатраты в состоянии покоя в сутки (REE/day, ккал) как в килокалориях, так и в процентном отношении к норме (REE/pred, %). Регистрировались частота дыхания ЧД (RR, цикл/мин), дыхательный объем ДО (V_t BTPS, мл), минутный объем дыхания МОД (V_E BTPS, л), дыхательный коэффициент ДК (RQ, усл. ед.), потребление кислорода и выделение углекислого газа (V_{O_2}, V_{CO_2} , мл/мин), относительная концентрация углекислого газа и кислорода в выдыхаемом воздухе (FET CO_2 , FET O_2 , %), доля жиров и углеводов в энергосубстрате (Fat/REE, CHO/REE, %), потребление кислорода на килограмм веса (Ox. Cons/kg, мл/кг), коэффициент использования кислорода КИО₂ (Ox. Util. Fact., мл/л).

Исследование было выполнено в соответствии с принципами Хельсинской декларации. Протокол исследования был одобрен этическим комитетом медико-биологических исследований при СВНЦ ДВО РАН (заключение от 04.12.2012 г, протокол № 3). Все юноши проходили исследование добровольно.

Статистическая обработка данных производилась с помощью пакета Microsoft Excel 2013. Рассчитывались

средние величины показателей (M) и ошибки средней ($\pm m$). Значимость различий оценивалась по t-критерию Стьюдента для независимых выборок. При $p < 0,05$ принималась нулевая гипотеза о наличии различий между представленными выборками.

Результаты и обсуждение. В табл.

1 представлены показатели функции внешнего дыхания у юношей различных климатогеографических зон. Из представленных данных видно, что наименьшая часть различий была зафиксирована для регионов с приморским климатом, а наибольшая – при сравнении с континентальным климатическим регионом. При отсутствии значимых отличий в жизненной емкости легких у сусуманцев наблюдались самые низкие значения по форсированной емкости, объему выдоха за первую секунду и пиковой скорости, максимальные значения которых были установлены для жителей г. Анадыря. Следует отметить, что это отмечалось как в отношении фактических, так и относительных (в процентах от должной величины) величин. Учитывая то, что дыхательные пути имеют наибольшую из всех тканей поверхность контакта с внешней средой, данный факт снижения основных характеристик бронхолегочной системы следует рассматривать в качестве защитной реакции организма на действия сверхнизких температур атмосферного воздуха г. Сусумана [11]. При этом указанное уменьшение воздухоносности верхних структур легких компенсировалось расширением дистальных бронхиол ($\text{МОС}_{75\%}$), увеличение диаметра которых у сусуманцев достигало 150 %. Повышение проходимости мелких бронхов наблюдалось также у юношей Магадана и Анадыря, но столь высоких величин относительно жителей центрально-европейской части России $\text{МОС}_{75\%}$ достигал исключительно у жителей континентальной части Магаданской области. Помимо увеличения количества остающегося в легких теплого воздуха, данное повышение бронхопроходимости, безусловно, следует рассматривать как механизм защиты легких от пневмосклеротических проявлений, когда в условиях пониженных температур г. Сусумана происходит усиление выработки сурфактанта, необходимого для увлажнения и согревания сухого холодного воздуха [9]. Кроме того, увеличение калибра дистальных бронхов способствует устойчивому поддержанию более эффективного ламинарного характера воздушного потока, что в ито-

Таблица 1

Показатели функции внешнего дыхания у юношей 17-21 года – постоянных жителей городов Магадан, Сусуман и Анадырь ($M \pm m$)

Наименование показателя	Место проживания обследованных			Значимость различий между группами		
	г. Магадан (1) n = 359	г. Сусуман (2) n = 63	г. Анадырь (3) n = 42	1-2	2-3	1-3
$T_{\text{жел}}, c$	1,78±0,05	1,62±0,05	1,89±0,07	p<0,01	p<0,01	p=0,21
ЖЕЛ, л	5,12±0,04	5,13±0,1	4,99±0,14	p=0,93	p=0,42	p=0,37
ЖЕЛ, %	103±0,6	103±1,58	103±2,06	p=1	p=1	p=1
$T_{\text{фжел}}, c$	1,38±0,04	1,13±0,05	1,8±0,06	p<0,001	p<0,001	p<0,001
ФЖЕЛ, л	4,94±0,04	4,71±0,1	5,07±0,14	p<0,05	p<0,05	p=0,37
ФЖЕЛ, %	102±0,64	97±1,65	108±2,2	p<0,01	p<0,001	p<0,01
ОФВ1, л	4,51±0,03	4,26±0,07	4,5±0,14	p<0,01	p=0,13	p=0,95
ОФВ1, %	106±0,6	101±1,31	107±2,59	p<0,001	p<0,05	p=0,71
Тпос, с	0,14±0,01	0,26±0,01	0,13±0,1	p<0,001	p=0,36	p=0,92
ПОС, л/с	9,92±0,08	9,12±0,16	10,17±0,29	p<0,001	p<0,01	p=0,41
ПОС, %	108±0,81	100±1,54	113±2,44	p<0,001	p<0,001	p=0,06
МОС _{25%} , л/с	8,91±0,08	8,51±0,17	8,73±0,27	p<0,05	p=0,94	p=0,52
МОС _{25%} , %	109±1	104±1,87	108±2,64	p<0,05	p=0,22	p=0,72
МОС _{50%} , л/с	6,32±0,1	6,31±0,15	5,73±0,2	p=0,96	p<0,05	p<0,01
МОС _{50%} , %	113±1,18	111±2,54	106±3,71	p=0,48	p=0,27	p=0,07
МОС _{75%} , л/с	3,81±0,05	4,16±0,13	3,32±0,15	p<0,05	p<0,001	p<0,01
МОС _{75%} , %	131±2,5	150±4,63	114±5,3	p<0,001	p<0,001	p<0,001
СОС _{25-75%} , л/с	6,34±0,06	6,29±0,13	5,54±0,2	p=0,73	p<0,01	p<0,001
СОС _{25-75%} , %	115±1,02	113±2,17	112±3,57	p=0,41	p=0,81	p=0,42
ИТ, %	88±0,42	84±0,99	86±0,89	p<0,001	p=0,14	p=0,12
ИГ, %	93±0,5	93±0,75	88±0,85	p=1	p<0,001	p<0,001

ге позитивно сказывается на процессах диффузии в респираторной зоне бронхолегочного дерева [1].

В табл. 2 приведены показатели не прямой калориметрии обследованных юношей. Анализ данных показывает, что так же, как и в случае с характеристиками ФВД, большинство различий наблюдалось между группами юношей

из зоны с континентальным климатом и приморских областей, а значимых отличий в группах лиц из Магадана и Анадыря установлено не было. Энергозатраты в состоянии покоя (REE) у юношей всех трех обследованных групп были выше должных величин, рассчитываемых по формуле Harris-Benedict [12]. Обращает на себя

внимание тот факт, что наибольшие значения уровня обмена веществ отмечались у жителей г. Сусумана (131 %), который достигались за счет энергетически более выгодного липидного типа обеспечения метаболизма (Fat/REE). В условиях Севера переход с углеводного типа основного обмена на жировой наблюдается у аборигенных

Таблица 2

Показатели не прямой калориметрии у юношей 17-21 года – постоянных жителей Магадана, Сусумана и Анадыря ($M \pm m$)

Наименование показателя	Место проживания обследованных			Значимость различий между группами		
	г. Магадан (1) n = 84	г. Сусуман (2) n = 51	г. Анадырь (3) n = 23	1-2	2-3	1-3
REE/day, ккал	2145±59,5	2344±63,6	2048±74,5	p<0,001	p<0,01	p=0,31
REE/Pred, %	117±2,92	131±3,02	115±4	p<0,01	p<0,01	p=0,69
RQ, усл. ед.	0,86±0,01	0,79±0,01	0,89±0,03	p<0,001	p<0,01	p=0,35
RR, цикл/мин	14,5±0,49	18,2±0,72	14,7±0,8	p<0,01	p<0,01	p=0,83
Vt BTPS, мл	686±26,4	544±18,2	640±28,5	p<0,001	p<0,01	p=0,24
VE BTPS, л/мин	9,22±0,31	9,08±0,27	9,2±0,56	p=0,74	p=0,85	p=0,98
V CO ₂ , мл/мин	263±9,47	267±8,34	253±10,8	p=0,75	p=0,31	p=0,49
V O ₂ , мл/мин	304±8,05	338±9,2	290±11	p<0,01	p<0,01	p=0,31
FET CO ₂ , %	3,59±0,05	3,72±0,07	3,6±0,11	p=0,14	p=0,36	p=0,93
FET O ₂ , %	16,68±0,07	16,24±0,09	16,7±0,19	p<0,001	p<0,05	p=0,92
CHO/REE, %	52±4,52	33±4,01	53±6,36	p<0,01	p<0,01	p=0,9
Fat/REE, %	48±4,48	67±4,01	47±6,33	p<0,01	p<0,01	p=0,9
Ох. Cons/kg, мл/кг	4,27±0,1	5±0,13	4,2±0,16	p<0,001	p<0,001	p=0,71
Ох. Util. Fact., мл/л	33,8±0,6	37,8±0,83	33,3±1,72	p<0,001	p<0,05	p=0,79

этносов, что в условиях экстремально низких температур континентальной климатической зоны дает возможность организму более эффективно синтезировать АТФ, оптимально реализуя механизм сохранения термического равновесия внутренней среды организма [5]. В группах из городов Магадан и Анадырь в качестве преимущественного энергосубстрата выступали углеводы, что также видно по более высоким показателям дыхательного коэффициента (RQ).

Особо хочется отметить, что на фоне повышенного потребления кислорода организмом юношей из г. Сусумана (по показателю FET O₂) поддержание МОД у них достигалось не за счет более эффективного дыхательного объема, а за счет роста экономически менее выгодной частоты дыхания [7]. Судя по всему, значительное снижение у них ДО относительно юношей других групп объясняется реализацией стратегии защиты легочной ткани от воздействия низких температур атмосферного воздуха. Примечательно, что возрастание ЧД при этом не может компенсировать потерянный объем воздуха, поступающий в респираторную зону бронхиального дерева, так как при поверхностном и частом дыхании происходит вентиляция в основном анатомически мертвого пространства, а альвеолярные участки легких остаются не затронутыми. Становится очевидным, что механизмом поддержания адекватного уровня снабжения организма кислородом при одновременной защите легочных структур от воздействия экзогенных факторов является улучшенная утилизация кислорода тканями организма по показателю коэффициента использования кислорода (Ох. Util. Fact.) [6]. Значимое увеличение у лиц из г. Сусумана КИО₂ на фоне роста показателя ПК на кг массы тела (Ох. Cons/kg) говорит об усилении диффузии кислорода между альвеолярным воздухом и кровью, что в полной мере обеспечивает возросшие энергетические затраты организма в условиях низких температур природно-климатической зоны.

Заключение. Таким образом, проведенные исследования показали, что адаптационные сдвиги в работе функциональных систем постоянных жителей северо-востока России усиливаются с ростом экстремальности эколого-климатических факторов среды. При этом по большинству показателей функции внешнего дыхания и энергометаболизма существенных различий

между юношами, проживающими в приморских климатических зонах Магаданской области и Чукотского автономного округа, выявлено не было. Вектор функциональных перестроек у лиц, проживающих в континентальном климатическом поясе, направлен на защиту легких от обструктивных и склеротических поражений (ограничение глубины дыхания, снижение объемных характеристик легких), с одной стороны, и адекватное обеспечение потребностей организма повышенным количеством кислорода и улучшение его доставки к органам и тканям (повышенные ПК и КИО₂) – с другой. При этом данное взаимодействие функциональных систем в условиях экстремально низких температур является примером эффективного поддержания гомеостатичности внутренней среды организма, приближая жителей данной территории к «полярному метаболическому типу» [4].

Литература

1. Брянцева Л.А. Дыхание при гипербарии / Л.А. Брянцева; отв. ред. И.С. Бреслав, Г.Г. Исаев // Физиология дыхания – СПб.: Наука, 1994. – С. 640-653. <https://elibrary.ru/item.asp?id=20203934>
2. Брянцева Л.А. Hyperbaric breathing / L.A. Brijanceva. – Physiology of breathing. – Spb.: Nauka, 1994. – P. 640-653. <https://elibrary.ru/item.asp?id=20203934>
3. Егорова А.И. Морфологическая оценка щитовидной железы у мужчин коренной национальности республики Саха (Якутия) в разные сезоны года / А.И. Егорова, Д.К. Гармаева // Якутский медицинский журнал. – 2015. – № 2. – С. 74-76. <https://elibrary.ru/item.asp?id=23659555>
4. Егорова А.И. Morphological assessment of thyroid gland at native men of the Republic of Sakha (Yakutia) during different seasons of year / A. Egorova, D.K. Garmayeva // Yakut medical journal. – 2015. – № 2. – P.74-76. <https://elibrary.ru/item.asp?id=23659555>
5. Инструкция по применению формул и таблиц должных величин основных спирографических показателей / Р.Ф. Клемент [и др.]. – Л.: МЗ СССР, ВНИИ пульмонологии, 1986. – 79 с. Instructions for the use of formulas and tables of proper values of the main spirometric indicators / Klement R. F. – L.: MZ SSSR, VNI pul'monologii, 1986. – 79 p.
6. Казначеев В.П. Основные закономерности адаптации человека в условиях Сибири, Дальнего Востока и Крайнего Севера / В.П. Казначеев, Л.Е. Панин // Адаптация человека в различных климато-географических и производственных условиях : тез. докл. III Всесоюз. конф. – Ашхабад, 1981 г. – Т. 1. – Новосибирск, 1981. – С. 7-9.
7. Kaznacheev V.P. The basic laws of human adaptation in Siberia, the Far East and the Far North / V.P. Kaznacheev, L.E. Panin // Human adaptation in various climatic-geographical and industrial conditions. – Novosibirsk, 1981. – P. 7-9.
8. Маринова Л.Г. Ожирение как метаболический фактор риска сердечно-сосудистых заболеваний / Л.Г. Маринова, Н.В. Саввина // Якутский медицинский журнал. – 2017. – № 2. – С. 45-49. <https://elibrary.ru/item.asp?id=20186699>
9. Marinova L.G. Tobacco Smoking and Obesity as Cardiovascular Disease Risk Factors among the Residents of Barnaul / L.G. Marinova, N.V. Savvina // Yakut medical journal. 2017. – № 2. – P. 45-49. <https://elibrary.ru/item.asp?id=20186699>
10. Неверова Н.П. Состояние вегетативных функций у здоровых людей в условиях Крайнего Севера: автореф. дис. ... д-ра мед. наук / Н.П. Неверова. – Новосибирск, 1972. – 39 с. <https://search.rsl.ru/ru/record/01007182983>
11. Neverova N.P. The state of vegetative functions in healthy people in the Far North: MD diss... this is / N.P. Neverova. – Novosibirsk, 1972. – 39 p. <https://search.rsl.ru/ru/record/01007182983>
12. Попова О.Н. Характеристика адаптивных реакций внешнего дыхания у молодых лиц трудоспособного возраста, жителей европейского Севера: автореф. дис. ... д-ра мед. наук / О.Н. Попова. – М., 2009. – 39 с. <https://elibrary.ru/item.asp?id=15955582>
13. Popova O.N. Characteristics of adaptive reactions of external respiration in young people of working age, residents of the European North: MD diss... this is / O.N. Popova. – M., 2009. – 39 p. <https://elibrary.ru/item.asp?id=15955582>
14. Хаснулин В.И. Северный стресс, формирование артериальной гипертензии на севере, подходы к профилактике и лечению / В.И. Хаснулин, И.И. Четечкина // Экология человека. – 2009. – № 6. – С. 26-30. <https://elibrary.ru/item.asp?id=12962852>
15. Khasnulin V.I. The northern stress, arterial hypertension in the north, approach to prophylaxis and treatment / V.I. Khasnulin, I. I. Chechetkina // Human ecology. – 2009. – № 6. – P.26-30. <https://elibrary.ru/item.asp?id=12962852>
16. Целуйко С.С. Гистофизиология сурфактантной системы легких при действии на организм низких температур / С.С. Целуйко // Гистофизиология дыхательной системы при адаптации к низким температурам. – Благовещенск, 1983. – 73 с.
17. Celujko S.S. Histophysiology of the surfactant system of the lungs under the action of low temperatures on the body / S.S. Celujko. – Blagoveshchensk, 1983. – 73 p.
18. Якубович И.А. Геоэкологические особенности Магаданской области / И.А. Якубович. – Магадан: Кордис, 2002. – 179 с. <https://search.rsl.ru/ru/record/01001865734>
19. Yakubovich I.A. Geoeological features of Magadan region / I. A. Yakubovich. – Magadan: Kordis, 2002. – 179 p. <https://search.rsl.ru/ru/record/01001865734>
20. Guyton A.C. Textbook of Medical Physiology / A.C. Guyton. – Philadelphia: London: Toronto: Tokyo, 2006. – 562 p. <http://bookre.org/reader?file=1218311>
21. Harris J.A. A Biometric Study of Human Basal Metabolism / J.A. Harris, F.G. Benedict // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. – 1918. – Vol. 4 (12). – P. 370-373. <https://doi.org/10.1073/pnas.4.12.370>
22. Risikko T. Assessment and management of cold risks in construction industry / T. Risikko, T. Makinen, I. Hassi. Barents, 2001. – V. 4(1). – P. 18-20. <https://doi.org/10.3402/ijch.v6i2i.17557>
23. Walsh T.S. Recent advances in gas exchange measurement in intensive care patients / T.S. Walsh // Br. J. Anaesth. – 2003. – Vol. 91. – P. 120-131. <https://doi.org/10.1093/bja/aeg128>
24. Ziolkowska-Graca B. Spirometria praktyczne – jak wykorzystać badania spirometryczne w diagnostyce i leczeniu chorób dróg oddechowych? / B. Ziolkowska-Graca // Pediatr. Med. Rodz. – 2013. – Vol. 9(4). – P. 386-396. <https://doi.org/10.15557/pimr.2014.0017>