

**Калюжный Евгений Александрович**, кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии, географии и химии, руководитель научной лаборатории « Мониторинг физического здоровья учащихся всех ступеней образования» Национального исследовательского Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского Арзамасский филиал г. Арзамас, Россия

**Красникова Людмила Ивановна**, кандидат медицинских наук, сотрудник научной лаборатории « Мониторинг физического здоровья учащихся всех ступеней образования» Национального исследовательского Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского Арзамасский филиал г. Арзамас, Россия

**Русакова Наталья Леонидовна**, кандидат биологических наук, сотрудник научной лаборатории « Мониторинг физического здоровья учащихся всех ступеней образования» Национального исследовательского Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского Арзамасский филиал г. Арзамас, Россия

**Ибрагимова Эвелина Эдуардовна**, кандидат биологических наук, сотрудник научной лаборатории « Мониторинг физического здоровья учащихся всех ступеней образования» Национального исследовательского Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского Арзамасский филиал г. Арзамас, Россия

**Любаев Александр Владимирович**, студент сотрудник научной лаборатории « Мониторинг физического здоровья учащихся всех ступеней образования» Национального исследовательского Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского Арзамасский филиал г. Арзамас, Россия

**Плакунова Алена Игоревна**, студент сотрудник научной лаборатории «Мониторинг физического здоровья учащихся всех ступеней образования» Национального исследовательского Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского, Арзамасский филиал г. Арзамас, Россия

## СОВРЕМЕННЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АДАПТАЦИИ УЧАЩИХСЯ

**Аннотация:** Представлены концептуальные направления исследования функции кардиореспираторной системы с привлечением интегральных показателей дыхания и кровообращения характеризующих адаптационные возможности учащихся Нижегородской области. Выделены пространственно-средовые особенности адаптации современных школьников. Динамики функциональных характеристик зависимы от увеличения антропометрических показателей, разнонаправленного,

мозаичного изменения динамометрии, жизненной емкости легких, результатов физической подготовленности.

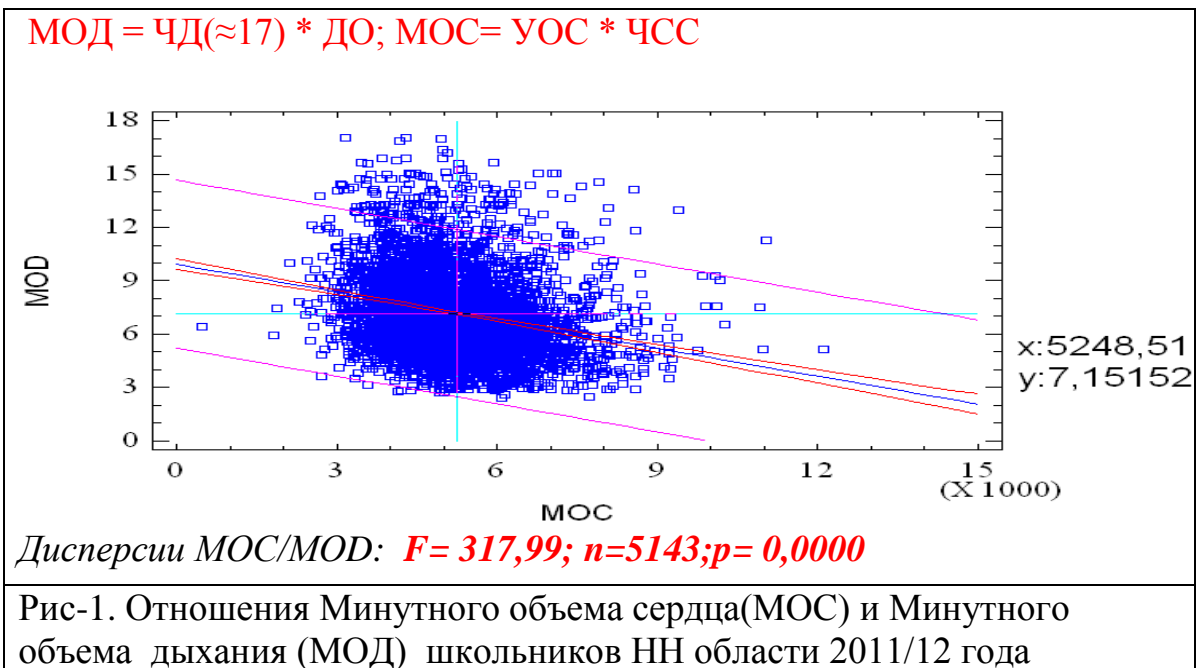
**Ключевые слова:** адаптация, кардиореспираторная система, минутный дыхательный объем, ударный объем сердца, функциональный резерв, экология, мегаполис, географическая и административная принадлежность, возрастнополовые характеристики.

Показатели гемодинамики и респираторной системы традиционно являются оперативными эффекторами физиологической и функциональной адаптации человека. Они традиционно используются в практике возрастной физиологии в качестве объективных показателей физиологических возможностей исследуемых индивидов. Поиск интегральных характеристик обусловленностей ударного объема сердца (УОС) и минутного объема дыхания (МОД), в диапазоне функциональных норм, продолжает оставаться научным вопросом, экспонируя непосредственные функциональные возможности легких и миокарда, а так же качество доставки кислорода тканям организма. Констатация потенциальных функциональных объемов позволяет вычислить и другие производные параметры кардиореспираторной системы характеризующих функциональные резервы современных школьников [3, с. 1430, 4, с. 68, 5, с. 9].

В 2011/12 гг. в наблюдении приняли участие 5144 (3212 - мальчики, 3621 - девочки) учащихся в возрасте 7-17 лет проживающих вне мегаполиса Нижегородской области. Определение минутного объема кровообращения (МОК) л/мин или мл/мин проведено с привлечением формулы Стара:  $(УОС = 90,97 + 0,54 \cdot ПД - 0,57 \cdot АДд - 0,61 \cdot В) \cdot ЧСС$ . Минутный объем дыхания (МОД) определен как - произведение частоты дыхания (ЧД) и дыхательного объема (ДО) составляющего 15-18% от ЖЕЛ [2, с. 125; 7, с. 670].

Значимая модель соотношения дисперсий МОС и МОД высока при ( $n=5143$ ;  $F=317,99$ ;  $p=0,0000$ ) взаимообусловленности переменных при слабом коэффициенте корреляции  $r = -0,24$ . (Рис-1.).

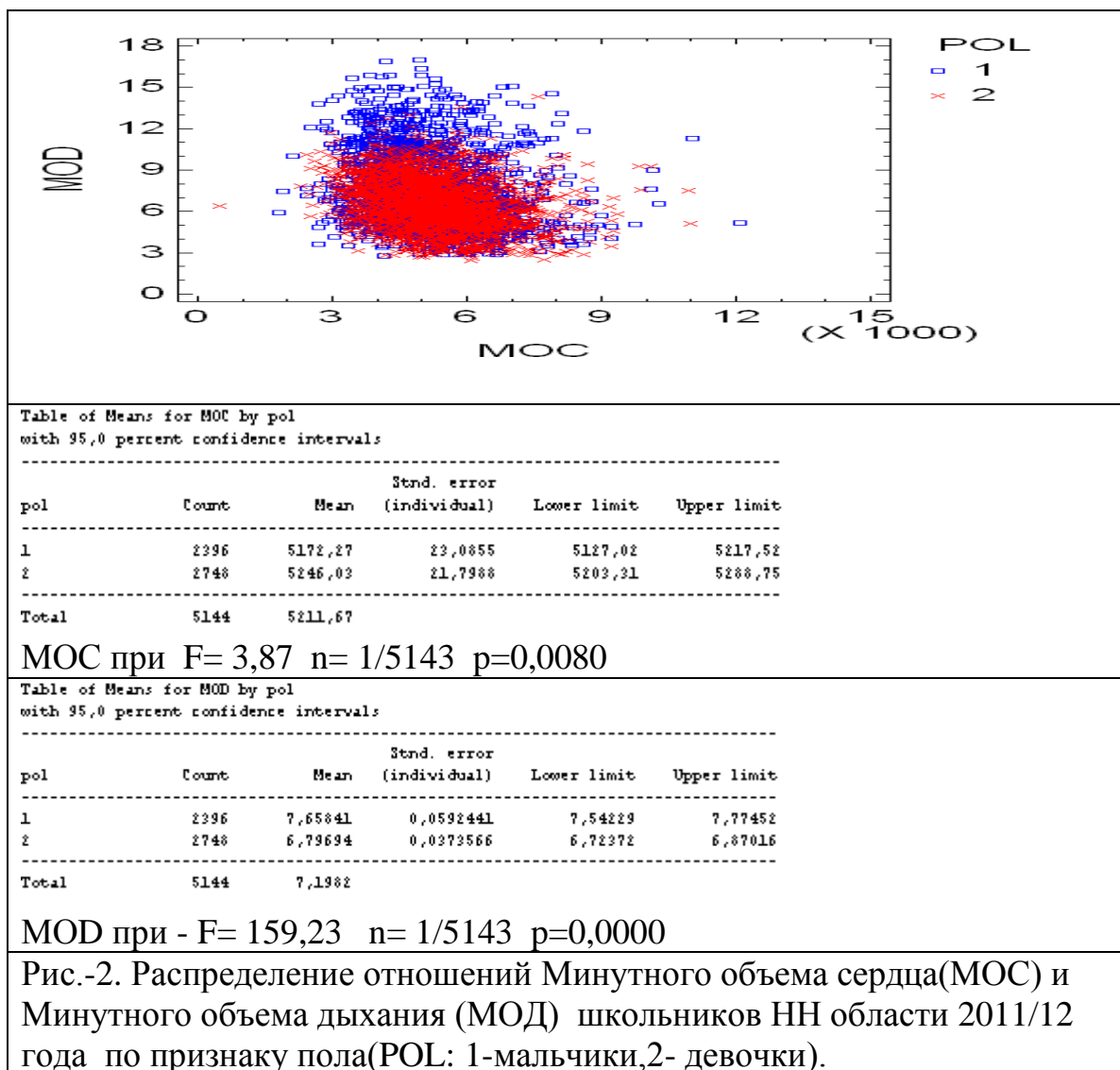
У наблюдаемых школьников Нижегородской области показан отрицательный правосторонний тренд взаимообусловленности (развития) функции кардиореспираторной и гемодинамической систем. При возрастном увеличении ЖЕЛ и как следствие дыхательного объема (ДО) и значимом увеличении пульсового (ПД) и диастолического давления (ДАД) и более интенсивном урежении пульса, как следствие происходит наблюдаемое снижение ударного объема сердца и снижение минутного объема сердца (МОС). Регрессионные уравнения показателей МОС и МОД у современных школьников проявляют следующие статистически значимые модели: Минутный объем сердца (МОС) =  $2224,49 - 46,552 \cdot ДАД - 49,104 \cdot ВЗР + 63,826 \cdot ЧСС + 43,875 \cdot ПД$ .



Сердечный выброс в покое обратно пропорционален диастолическому давлению и возрасту и положительно связан с ЧСС и пульсовым давлением ПД, согласуясь с функциональными константами [1, с.325].

Минутный объем дыхания (МОД) =  $0,001048 + 0,00019 * ИФС - 0,000009 * Экология + 0,000003 * ПОЛ - 0,00035 * Север-Юг + 0,00014 * Возр + 2,889 * ЖЕЛ$ . Минутный дыхательный объем показывает положительную связь с ЖЕЛ и имеет очень слабые связи с полом, индексом функционального напряжения, экологией, географией области. Аннотируя регрессионную модель мы можем констатировать, что МОД и респираторные возможности современных учащихся 1- повышаются по мере увеличения ЖЕЛ, 2- выше у мальчиков чем у девочек, 3- выше у тех детей у которых выше индекс функционального состояния. 4- увеличиваются по мере их взросления, 5 – выше у детей проживающих на севере области, 6 – и выше у детей проживающих в более благоприятных экологических условиях, что не противоречит классическим представлениям [1, с.269].

Гендерные различия данных параметров ощутимы с точки зрения биометрического анализа. Минутный объем сердца(МОС) значимо больше у девочек при меньшем разбросе средней ошибки средних. Минутный объем дыхания (МОД) у школьников мальчиков превышает данный интегральный показатель девочек (Рис.-2.). Данные объективные показатели целесообразны и обоснованы с точки зрения возрастной и нормальной физиологии.

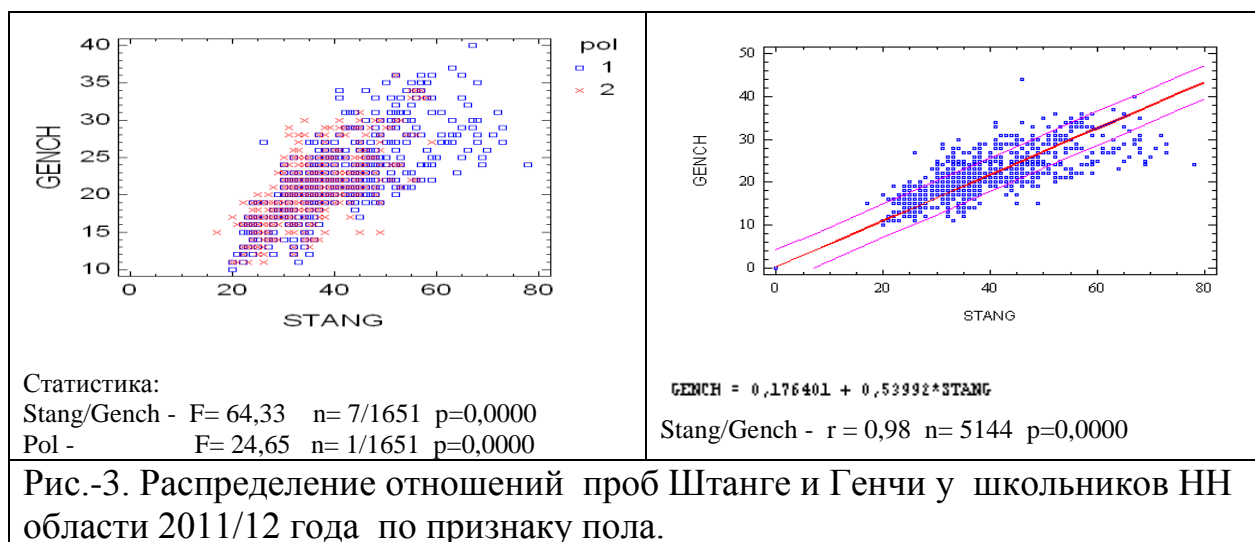


Дети проживающие в северной части области в отличие от детей юга области(разница с севера на юг составляет 450 км) показывают более высокий показатель и тенденциозную разницу в МОД – на севере МОД ( $M \pm m$ ) =  $7,26 \pm 0,066$  литра, на юге области МОД ( $M \pm m$ ) =  $7,16 \pm 0,040$ . На севере области МОС ( $M \pm m$ ) =  $5182,9 \pm 29,46$  млл. на юге области МОС ( $M \pm m$ ) =  $5222,8 \pm 18,80$  соответственно. Следовательно, на юге области у детей гемодинамический показатель более выражен относительно детей севера на уровне тенденции(при  $p < 0,05$ ).

Административный фактор – школьников (проживающих вне мегаполиса), в городах областного подчинения и живущих на селе оказывает слабую градацию на изучаемые переменные МОС и МОД. МОС находится вне значимой разницы, с некоторым большим объемом у сельских детей. МОД значимо выше у детей проживающих в сельских поселениях в отличии от детей городских. У городских детей МОД ( $M \pm m$ ) =  $6,99 \pm 0,080$  литра на селе МОД ( $M \pm m$ ) =  $7,22 \pm 0,037$  литра соответственно.

Анализ дисперсий изучаемых показателей показывает значимые различия МОД и МОС у детей проживающих в разных экологических условиях. Средние показатели снижаются по мере продвижения групп в менее благоприятные эко- условия. Следовательно, снижение диапазона вариации МОС и МОД предположительно(и закономерно) может свидетельствовать и подтверждать, что напряжение адаптации детей в более неблагоприятных экоусловиях проживания. Дети по мере улучшения оценки ИФС (интегрального коэффициента суммирующего показатели функции ученика-ЖИ, СИ, ДПК,ДЛК,ЖЕЛ, Штанге, Генчи)показывают более высокий объем МОД, значимые различия в МОС, и более компактные дисперсии данных показателей.

Наблюдаемые школьники показывают значимую динамику изменения показателей. МОС с возрастом значимо снижается. МОД более интенсивно значимо возрастает. Аналитика данных функциональных тестов (Штанге, Генчи) характеризуясь значимой возрастной динамикой, имеет высокую внутригрупповую вариативность. Пробы с задержкой дыхания были использованы для суждения о кислородном обеспечении организма и характеристики общего уровня адаптированности школьников[6,с.111]. Соответствующие пробы провели пробы в двух вариантах: - задержка дыхания на вдохе (проба Штанге) - менее 39 сек - неудовлетворительно;- 40-49 сек- удовлетворительно;- свыше 50 сек - хорошо ; - задержка дыхания на выдохе (проба Генчи)- :- менее 34 сек - неудовлетворительно;- 35-39 сек-удовлетворительно;- свыше 40 сек – хорошо(Рис.-3).



Респираторные возможности школьников возрастают линейно, по мере увеличения одного фактора в 98% случаев возрастает и другой при  $r = 0,98$ . По полу проявляются значимые различия ( $F=24,65$   $n=1/1651$   $p=0,0000$ ) при слабой но значимой(при  $p<0,05$ ) корреляции пола с переменными Шт/Пол-  $r = 0,04$ ; Гн /Пол-  $r = 0,02$ . С Минутным Объемом дыхания (при  $p<0,05$  коэф. корреляции следующие Шт/ МОД-  $r = 0,12$ ; Гн /МОД-  $r = 0,09$  с минутным

объемом сердца МОС  $-0,06$  и  $-0,05$  соответственно. Средние значения показателей: Штанге- ♂  $M \pm m = 40,6 \pm 0,36$ ; ♀  $M \pm m = 37,8 \pm 0,28$ ; Генчи- ♂  $M \pm m = 22,1 \pm 0,18$ ; ♀  $M \pm m = 21,3 \pm 0,16$ ; при статзначимом дисперсионном разбросе в пользу мальчиков, позиционируя тем самым явные гендерные различия. Возрастные группы коррелируют с данными функциональными пробами значимой, положительной связью (при  $r = 0,1-0,2$ ). Более старшие дети показывают более высокие показатели «проб», что доказывает приведенный выше дисперсионный анализ. Фактор дислокации с результатами исследуемых проб связан положительной ( $p < 0,05$ ) связью (при  $r = 0,13-0,14$ ) при вышеупомянутой взаимной функциональной связи проб -  $r = 0,98$ , это показывает, что дети области показывают разные значения данных тестов. Дети севера области показывают более высокие значения проб Штанге и Генчи и эта разница значима ( $p < 0,05$ ).

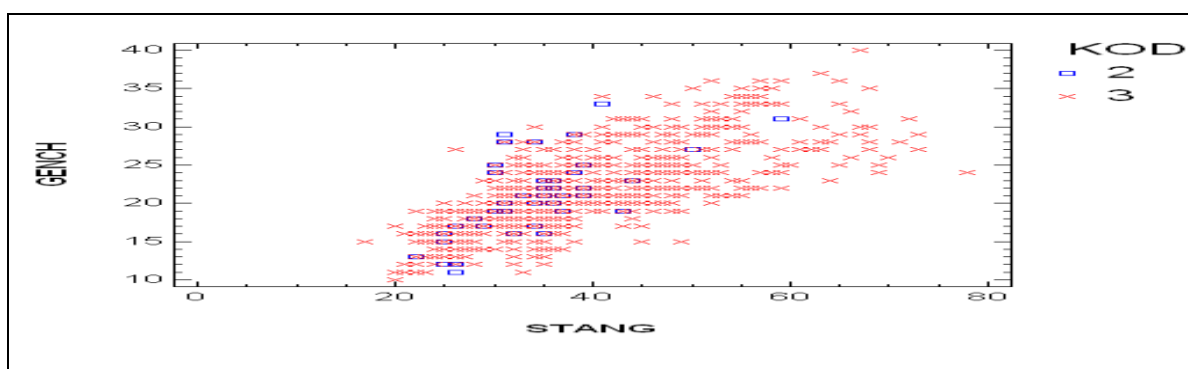


Рис.-4. Распределение отношений проб Штанге и Генчи у школьников НН области 2011/12 года по фактору проживания: 2- города областного подчинения, 3- сельские поселения.

Дети сельских поселений показывают более высокие значения ( $p < 0,05$ ), проб Штанге и Генчи. Функциональные тесты (Штанге, Генчи) дополненные интегральными показателями (ЖИ, СИ), характеризуясь значимой возрастной динамикой, имеют еще высокую внутригрупповую вариативность. У большей части учащихся эти оценки не совпадают (Рис.4).

Таким образом, минутный объем сердца МОС - как физиологический, функциональный интегральный показатель: - Модифицируется под влиянием возраста, динамики сосудистого тонуса в частности - ДАД (как эффектора симпатического отдела ВНС), ЧСС (как эффектора парасимпатического отдела ВНС); - МОС взаимобусловлено с МОД значимо обратнопропорционально; - Гендерные различия МОС присутствуют в идее значимого приоритета показателя у девочек; - экологические условия на МОС влияют неоднозначно – в хороших и критических экоусловиях МОС в спокойном состоянии у детей одинаковы, но они ниже чем у детей проживающих в удовлетворительных и неудовлетворительных экоусловиях; - показано уменьшение диапазона вариации МОС свидетельствующее на напряжении адаптации детей в более неблагоприятных экоусловиях проживания; - у южан области МОС более

выражен только на уровне тенденциозной разницы; - с возрастом МОС значительно снижается; - Административная принадлежность учащихся на МОС влияет, но без значимой разницы, с некоторым большим объемом МОС у сельских детей; - МОС слабо, но значимо связано с ИФС (интегральным коэффициентом суммирующим показатели функции ученика- ЖИ, СИ, ДПК,ДЛК,ЖЕЛ, Штанге, Генчи) предполагая физиологические закономерности и причинноследственные связи отношений изучаемых систем органов.

Минутный объем дыхания МОД у наблюдаемых учеников МОД определяется положительной связью с ЖЕЛ и имеет очень слабые связи с полом, индексом функционального напряжения, экологией, географией области. МОД и следовательно, респираторные возможности современных учащихся: - повышаются по мере увеличения ЖЕЛ, - выше у мальчиков чем у девочек, - выше у тех детей у которых выше индекс функционального состояния, - увеличиваются по мере их взросления, - выше у детей, проживающих на севере области, - выше у детей проживающих в более благоприятных экологических условиях.

Выявленные динамики функциональных характеристик происходят на фоне значительных увеличений антропометрических показателей, разнонаправленного, мозаичного изменения динамометрии, жизненной емкости легких, результатов физической подготовленности. Внутривозрастная статзначимая изменчивость изучаемых показателей определяется условиями среды на территориях проживания, на ряду с возрастом и полом так же приобретает значимое влияние уровень экологического благополучия; индивидуальные оценки функциональных показателей у современных учащихся не сопряжены между собой, следовательно объективная скрининговая и индивидуальная оценка предполагает целесообразность в качестве индикатора функционального состояния применять обоснованный алгоритм унифицированной рейтинговой оценки функционального состояния, при обязательном комплексном подходе, оценки функциональной адаптации учащихся.

#### **Библиографический список:**

1. Агаджанян, Н.А., Смирнов В.М. Нормальная физиология- 3-е изд. [Текст] / Н.А. Агаджанян, В.М. Смирнов.– М.: ООО Медицинское информационное агентство, 2012. 576 с.,с.238-330
2. Власов, Ю.А. Кровообращение и газообмен человека [Текст] / Ю.А.Власов Г.Н. Окунева. Новосибирск: Наука. Сиб. Отд-ние, 1992.319с., с.280-282
3. Калюжный, Е.А. Адаптационные возможности школьников и современные методы их оценки [Текст] / Е.А. Калюжный. Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6. с. 1430-1435
4. Северин, А.Е. Исследование координации дыхания и сердечной

деятельности в покое и при задержке дыхания[Текст] / А.Е. Северин.- Вестник восстановительной медицины. 2013. № 1. с. 67-70.

5. Сонькин, В.Д. Энергетическое обеспечение мышечной работы школьников: автореф. дис. докт. биол. наук: шифр специальности / Сонькин Валентин Дмитриевич. - Москва, 1990. 50 с.,с.30-40
6. Чекалова, Н.Г. Функциональные резервы организма детей и подростков. [Текст] / Н.Г. Чекалова.- Методы исследования и оценки: учебное пособие - Н.Новгород: НижГМА, 2010. 164 с.,с.49-55
7. Stair, I. Clinical tests of the simple method of estimating cardiac stroke volume from blood pressure and age. [Text]/ I.Stair.-. Circulation, 1954, 93, P/ 664-681