

## ПОКАЗАТЕЛИ СПИРОМЕТРИИ И ДОППЛЕРОГРАФИИ У СТУДЕНТОВ В РАЗЛИЧНЫЕ СЕЗОНЫ ГОДА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТЕПЕНИ АДАПТАЦИИ

Такоева Е.А., Беляева В.А.

*Институт биомедицинских исследований – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федеральный научный центр «Владикавказский научный центр Российской академии наук» (ИБМИ ВНИЦ РАН), Владикавказ, e-mail: elena\_takoeva@mail.ru*

В статье описаны изменения функционального статуса сердечно-сосудистой и дыхательной систем у студентов-медиков на фоне успешной адаптации и десинхроноза в различные сезоны года. Поиск упрощенных и высокоэффективных инструментов мониторинга функционирования дыхательной системы и состояния микроциркуляторного русла остается на сегодняшний день актуальной задачей. Функциональную диагностику легких проводили методом спирометрии (спиротест УСПЦ-01, ГОСТ №ФСР 2007/00694.), определяя форсированную жизненную емкость и объем форсированного выдоха за первую секунду. Состояние микроциркуляторной системы изучали на ультразвуковом доплеровском анализаторе «Ангиодин-ПК» фирмы «Биосс». Целью наших исследований было изучение сезонной динамики показателей микроциркуляции и системы дыхания у студентов-медиков с учетом гендерных отличий и адаптационного потенциала. Нами выявлены сезонные изменения показателей микроциркуляции и спирометрии у студентов-медиков. При анализе показателей во все исследуемые сезоны года (осень, зима, весна) у студентов с десинхронозами наблюдается тенденция к снижению ОФВ1 и ФЖЕЛ. Изменения показателей микроциркуляции у здоровых лиц в динамике сезонов года носят характер тенденции, а при нарушениях временной организации сердечно-сосудистой системы (десинхронозах) выявлены статистически значимые различия.

Ключевые слова: спирометрия, форсированная жизненная емкость легких, объем форсированного выдоха, десинхроноз, успешная адаптация, доплерография, микроциркуляторное русло.

## SPIROMETRY AND DOPPLEROGRAPHY INDICATORS IN STUDENTS DEPENDING ON THE DEGREE OF ADAPTATION

Takoeva E.A., Belyayeva V.A.

*Institute of Biomedical Investigations – the Affiliate of Vladikavkaz Scientific Centre of Russian Academy of Sciences, (IBMR VSC RAS). RNO-Alania, e-mail: elena\_takoeva@mail.ru*

In this article were described changes in the state of the cardiovascular and respiratory systems of medical students against the background of successful adaptation and desynchronosis in different seasons of the year. The search for simplified and highly effective tools for monitoring the functioning of the respiratory system and the state of the microcirculatory bed remains an urgent task today. Functional diagnostics of the lungs was performed by spirometry (spirotest USPTS-01, GOST no. FSR 2007/00694.), determining the forced vital capacity and the volume of forced exhalation in the first second. The state of the microcirculatory system was studied using an ultrasound Doppler analyzer «Angiodin-PC», manufactured by «BIOS». The purpose of our research was to study the mechanisms of self-regulation of the microcirculatory system and indicators of the respiratory system of successfully adapted medical students and students with desynchronosis in different seasons. We identified seasonal changes in microcirculation and spirometry in medical students. When analyzing the indicators in all the studied seasons (autumn, winter, spring), students with desynchronosis have a tendency to decrease of forced vital capacity (FVC) and forced expiratory volume in the first second (FEV1). Changes in microcirculation indicators in healthy individuals in the dynamics of the seasons have the character of a trend, and statistically significant differences were found in violations of the temporary organization of the cardiovascular system (desynchronosis).

Keywords: spirometry, forced vital capacity of the lungs, forced expiratory volume, desynchronosis, successful adaptation, dopplerography, microcirculatory bed.

В связи с прогрессирующими изменениями в жизни социума, входящими в противоречие с естественными биоритмами организма человека, происходят десинхронизация и перестройка временной организации физиологических систем организма. Степень ответа организма на внешние факторы зависит от индивидуального ресурса

организма и от сложившихся в эволюционном процессе адаптационных механизмов. Все функциональные системы нашего организма обладают суточной ритмичностью и подвержены сезонным колебаниям [1-3]. Сбой в работе функциональных систем человека, в том числе кардиореспираторной, приводит к десинхронизации биологических ритмов и нарушению процессов его регуляции в целом [4-6]. Город Владикавказ, как и многие другие города РФ, является местом с неблагоприятными эколого-климатическими условиями из-за высокой влажности и наличия на его территории крупных перерабатывающих сырье заводов [7-9]. У населения региона диагностируется высокая распространенность патологии органов дыхания (туберкулез, ХОБЛ) и сердечно-сосудистой системы (ИБС, инфаркт, инсульт) [10-12]. Эколого-климатические условия, продолжительное умственное перенапряжение в учебный период влияют на десинхронизацию молодого населения региона и приводят к сбою работы кардиореспираторной системы [13, 14]. Данную систему можно считать индикатором адаптационного процесса в организме человека, поскольку основным ее механизмом является адаптационная способность в различные сезоны года. Сезонность физиологических функций определяется посредством регуляции мелатонином экспрессии TSH $\beta$  в *pars tuberalis* [15]. Сезонные изменения регуляции в сердечно-сосудистой системе человека изучены достаточно хорошо, описаны сезонные различия в функционировании макрогемодинамики [16]; однако мало публикаций, оценивающих особенности сезонных ритмов микроциркуляции и функционирования дыхательной системы в норме и при различных патологических процессах. С учетом этих данных у нас вызвала интерес сезонная динамика работы кардиореспираторной системы у молодого населения г. Владикавказа без соматической патологии.

Цель исследования: изучение сезонной динамики показателей микроциркуляции и системы дыхания у здоровых студентов-медиков с учетом гендерных отличий и адаптационного потенциала.

**Материалы и методы исследования.** Проведено исследование спирометрических показателей и состояния микроциркуляторного русла у 100 студентов-медиков СОГМА, не занимающихся спортом, успешно адаптированных (УА) и с десинхронозом (Д) в возрасте  $20,05 \pm 0,13$  года, в различные сезоны учебного года.

#### *Дизайн исследования*

1-я группа – девушки с успешной адаптацией (n=25):

а) осенний период; б) зимний период; в) весенний период;

2-я группа – юноши с успешной адаптацией (n=25):

а) осенний период; б) зимний период; в) весенний период;

3-я группа – девушки с десинхронозом (n=25):

а) осенний период; б) зимний период; в) весенний период;

4-я группа – юноши с десинхронозом (n=25):

а) осенний период; б) зимний период; в) весенний период;

5-я группа – контроль.

Наличие десинхронизации (Д) или успешной адаптации (УА) определяли по данным хронобиологического анализа суточного мониторирования артериального давления (СМАД) на приборе VPLab МнСДП-3, ориентируясь на 12- и 24-часовые ритмы. Отсутствие ритмов говорит о нарушении регуляции АД, т.е. о наличии десинхроноза.

Оценку функционального статуса дыхательной системы проводили методом спирометрии (спиротест УСПЦ-01, ГОСТ № ФСР 2007/00694, Россия), определяя за 1 секунду показатели проходимости бронхов (объем форсированного выдоха (ОФВ<sub>1</sub>) и форсированную жизненную емкость легких (ФЖЕЛ)). Индекс чувствителен к нарушению проходимости дыхательных путей (75–80%). Определяли пробы Штанге (в положении сидя осуществляется интенсивный вдох и выдох (2–3 раза), после повторяется глубокий вдох и идет задержка дыхания) (норма 30–60 секунд) и Генчи (в положении сидя делаются 2–3 глубоких дыхательных акта, после делается глубокий выдох и идет задержка дыхания) (норма 25–40 секунд).

Исследуя показатели спирометрии, определяли количество воздуха, форсированно выдыхаемого после максимального вдоха. Респонденту было предложено сделать максимально глубокий вдох, на 1–2 секунды задержать дыхание и быстро совершить интенсивный выдох. Исследования повторяли трижды с интервалами на отдых, учитывали наиболее высокое значение. Для приближения к стандартным (физиологическим) условиям исследование проведено в кабинете с записью температуры окружающего воздуха, влажности воздуха и атмосферного давления.

Анализ данных исследования микроциркуляторного русла оценивали на ультразвуковом доплеровском анализаторе («Ангиодин-ПК» фирмы «Биосс», Россия). Объектом исследования была выбрана дистальная поверхность фаланги всех пальцев правой и левой кистей. Находящиеся в этой области сосуды имеют малое поперечное сечение и состоят из микроскопических артериол и капилляров, при возникновении проблем в работе ССС одними из первых страдают именно эти сосуды. Прибор регистрировал среднюю (M), систолическую (S) и диастолическую (D) скорости кровотока. Автоматически прибором рассчитаны индексы:

1) реографический индекс (Пурсело)  $RI=(S-D)/S$ ;

2) пульсационный индекс (Гослинга)  $PI=(S-D)/M$ ;

3) индекс Стюарта  $SD=S/D$ .

Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием пакета анализа данных AtteStat в компьютерной программе Microsoft Excel. Осуществляли анализ данных на нормальность распределения. Различия между группами оценивали с использованием t-критерия Стьюдента, степень значимости  $p \leq 0,05$ .

**Результаты исследования и их обсуждение.** Исследование спирометрии показало, что параметры функции внешнего дыхания у не занимающихся спортом УА студентов-медиков (1а, 1б, 1в, 2а, 2б и 2в групп) в условиях относительного покоя не меняются и имеют значения, приближенные к данным контроля. При анализе данных спирометрических показателей у УА студентов-медиков была выявлена их сезонность. Величина  $ОФВ_1$  весной в группах 1в (9,4%) и 2в (13,9%), а также осенью в группах 1а (10,9%) и 2а (11,3%) ниже, чем зимой (соответственно у групп 1б, 2б). У студентов-медиков с Д показатель  $ОФВ_1$  достоверно снижен относительно групп респондентов с УА (соответственно 3а ( $p \leq 0,02$ ), 3б ( $p \leq 0,05$ ), 3в ( $p \leq 0,01$ ), 4а ( $p \leq 0,01$ ), 4б ( $p \leq 0,05$ ) и 4в ( $p \leq 0,02$ )). Более выраженное снижение показателей наблюдалось в женской группе весеннего сезона и составило 11,8% (рис. 1).  $ОФВ_1$  характеризует величину приложенного усилия респондентом и сопротивление внутри- и внелегочных дыхательных путей.



Рис. 1. Показатель  $ОФВ_1(л)$  и  $ФЖЕЛ(л)$  у юношей и девушек в различные сезоны года

Примечание: а – осенний период; б – зимний период; в – весенний период; \* – достоверность относительно группы УА,  $p \leq 0,05$

Анализ данных сезонной динамики  $ФЖЕЛ$  у УА респондентов не показал достоверных отличий по отношению к контролю. Фактическая величина  $ФЖЕЛ$  в осенний, зимний и весенний сезоны года у студентов с Д (группы 3а, 3б, 3в, 4а, 4б и 4в) имеет достоверные отличия относительно этого показателя у респондентов с УА в те же сезоны года (рис. 1). Более выраженные изменения наблюдаются у лиц с Д в осенний период года ( $p \leq 0,001$ ).  $ФЖЕЛ$  зависит от жесткости крупных бронхов и снижается при затруднении в них проходимости. Зимой в бронхах (крупных и средних) наблюдается снижение сопротивляемости вдыхаемому воздуху, что нужно для экономизации дыхания и поддержки гомеостаза в холодный период года. Гендерные различия по данным  $ОФВ_1$  и  $ФЖЕЛ$  отсутствовали (рис. 1).

Проба Штанге оценивает устойчивость респондентов к смешанной гипоксии и гиперкапнии. Максимально высокие показатели задержки дыхания на вдохе отмечены у респондентов с УА в зимнее время года как у юношей (53 секунды), так и у девушек (50 секунд) относительно более теплых сезонов. Понижение пролонгированной задержки дыхания у респондентов с Д зафиксировано во все сезоны года, более выраженные изменения наблюдались у респондентов в осеннем и весеннем сезонах года относительно УА лиц.

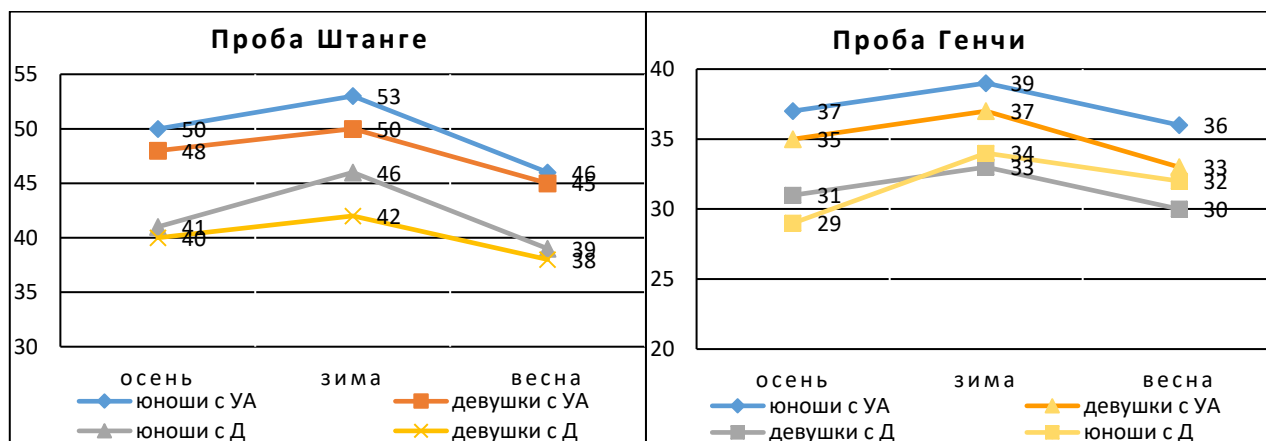


Рис. 2. Анализ гипоксических проб Генчи (секунд) и Штанге (секунд)

По пробе Генчи косвенно можно судить об уровне обменных процессов, адаптированности дыхательного центра к гипоксемии. В зимний период года зафиксирован максимально высокий результат у респондентов с УА в группе девушек (37 секунд) и юношей (39 секунд), также отмечено повышение результатов от теплого времени года к более холодному. У респондентов с Д по отношению к УА отмечается тенденция к снижению сезонных показателей во всех исследуемых группах. Выявлена сезонная динамика изменений показателей данных спирометрии, а также проб Штанге и Генчи в группах с УА и Д, полученные результаты укладываются в вариант нормы с пограничными значениями при Д. При оценке результатов исследования мы опирались на анализ тенденций, поскольку в эксперименте участвовала относительно здоровая молодежь без соматической патологии.

При сравнении наших результатов с наблюдениями Д.И. Колычева [4] можно отметить, что, даже учитывая тот факт, что параметры спирометрии у студентов находятся в пределах нормы, существуют некоторые различия, обусловленные климатогеографическими условиями проведения наблюдений, свидетельствующие, что в условиях высоких широт у относительно здоровых студентов в осенний, летний и весенний сезоны отмечается увеличение ЖЕЛ относительно зимнего периода на 7,46%. Тенденция, обратная указанной, отмечена в работах Ж.Т. Суюндиковой [3] в условиях резко континентального климата Казахстана.

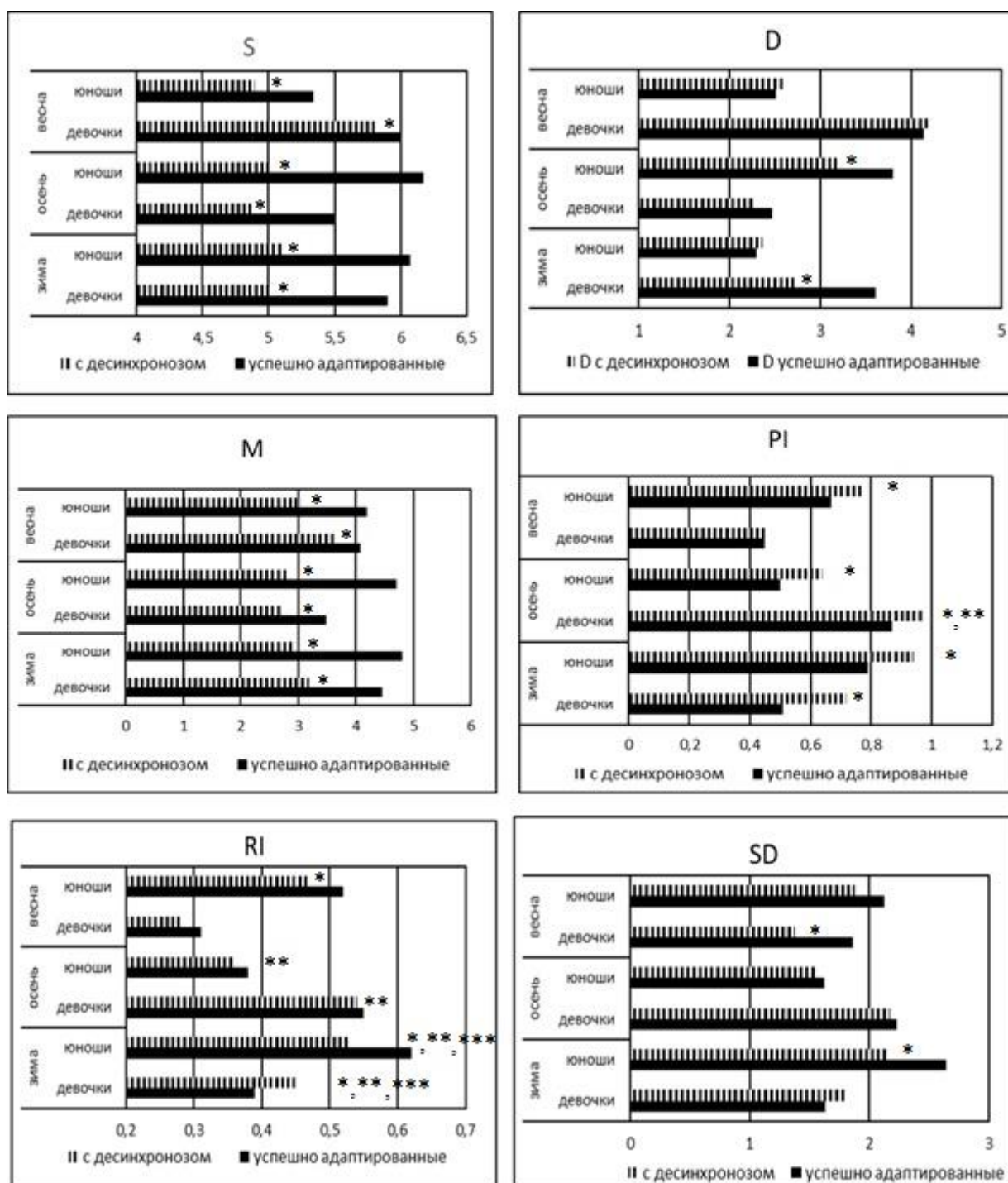


Рис. 3. Динамика показателей микроциркуляции у студентов-медиков на фоне успешной адаптации и с десинхронозом

Примечание: S – систолическая, D – диастолическая, M – средняя скорости кровотока (см/сек); PI – пульсационный индекс (индекс Гослинга), RI – индекс периферического сопротивления (индекс Пурсело), SD – систоло-диастолический индекс (индекс Стюарта), \* – достоверность относительно УА респондентов, \*\* – достоверность относительно весеннего сезона, \*\*\* – достоверность относительно осеннего сезона.

Параллельно с диагностикой дыхательной системы у относительно здоровых юношей и девушек мы проанализировали показатели микроциркуляторной системы (рис. 3). При исследовании перфузии тканей мы выявили, что при десинхронозе происходит статистически значимое снижение средней скорости кровотока как у юношей (осенью  $p < 0,001$ ; зимой

$p < 0,001$ ; весной  $p < 0,01$ ) так и у девушек (осенью  $p < 0,001$ ; зимой  $p < 0,001$ ; весной  $p < 0,05$ ) преимущественно за счет достоверного снижения систолической (S) скорости, тогда как диастолическая скорость кровотока (D) статистически значимо снижалась при десинхронозе у девушек в зимний сезон ( $p < 0,001$ ), а у юношей – в осенний сезон ( $p < 0,001$ ).

Снижение среднесуточных показателей температуры в зимний сезон выявлено при анализе перфузии тканей у успешно адаптированных студентов. Состояние «аллостатического напряжения», которое реализует функциональные нарушения в работе сердечно-сосудистой системы организма, формируется при перенапряжении адаптационных механизмов активными флуктуациями других метеопараметров. Отмечается повышение сосудистого тонуса (RI) и плотности сосудистой стенки (PI) у девушек в зимний период (рис. 3).

На фоне десинхроноза у девушек отмечаются достоверные изменения микроциркуляции, происходит повышение индекса Гослинга с уплотнением сосудистой стенки (PI), что говорит об увеличении упруго-эластических свойств сосудистой стенки в сосудах микроциркуляторного русла, максимальные изменения отмечаются в осеннем сезоне ( $p < 0,001$ ) и выше уровней данного показателя всех исследуемых групп. При регистрации изменений в системе гемодинамики, таких как скорость кровотока и реологические свойства крови, можно судить о неполноценности работы микроциркуляторного русла и наличии патологического состояния. Индекс Пурсело (реографический индекс – RI) при десинхронозе у юношей в зимний период статистически значимо ниже ( $0,53 \pm 0,02$ ;  $p < 0,05$ ), а у девушек, наоборот, достоверно выше ( $0,45 \pm 0,01$ ;  $p < 0,01$ ) относительно УА студентов. У девушек тенденция к снижению индекса в весенний период, возможно, свидетельствует о реакции компенсации (увеличении эндотелий-зависимой вазодилатации) из-за снижения общего периферического сосудистого сопротивления.

Сезонные циклы формируются в зависимости от температуры окружающей среды, фотопериода, отмечаются различия в выработке мелатонина и перестройка нейроэндокринно-иммунной системы (NEIM). Фотопериодизм – основной регулятор сезонных изменений в сердечно-сосудистой системе и поведении человека [16, 17].

При анализе функционального статуса дыхательной системы во все исследуемые сезоны года (осень, зима, весна) у студентов с десинхронозами наблюдается тенденция к снижению ОФВ<sub>1</sub> и ФЖЕЛ относительно успешно адаптированных респондентов. Величина ОФВ<sub>1</sub> весной в группах девушек ( $p = 0,017$ ) и юношей ( $p = 0,046$ ), а также осенью в группах девушек ( $p = 0,001$ ) и юношей ( $p = 0,019$ ) ниже, чем зимой, соответственно. При анализе данных обнаружена тенденция к улучшению показателей в теплое время года относительно более холодного у УА респондентов. При повышенной воздушности из-за растяжимости межальвеолярных перегородок увеличивается площадь респираторной поверхности и

уменьшается толщина альвеоло-капиллярной мембраны в холодное время года, таким способом увеличивается диффузная способность легких и возрастает способность респондентов противостоять недостатку  $O_2$  в холодное время года.

Изменения показателей микроциркуляции у здоровых лиц в динамике сезонов года носят характер тенденций, так как все обследованные – относительно здоровые лица, а при нарушениях временной организации сердечно-сосудистой системы (десинхронозах) выявлены статистически значимые различия, а именно: статистически значимое снижение средней скорости у юношей и у девушек во всех обследованных сезонах преимущественно за счет достоверного снижения систолической (S) скорости, тогда как диастолическая скорость кровотока (D) статистически значимо снижалась при десинхронозе у девушек в зимний сезон ( $p < 0,001$ ), а у юношей – в осенний сезон ( $p < 0,001$ ).

Стресс-факторы приводят к повреждениям биологических ритмов организма, т.е. к развитию десинхроноза, который является патогенетической основой и индикатором нарушений адаптации. Десинхронизация способствует возникновению доклинических нарушений здоровья (нарушению нейрогуморальной регуляции, вегетососудистой дисфункции, снижению емкости адаптационных возможностей биосистемы). Полученные результаты в группах с Д можно объяснить следующим образом. Отсутствие сезонной динамики микроциркуляции может быть связано с антиоксидантным действием мелатонина, его повышенной секрецией в зимний период. Стресс путем высвобождения норадреналина и адреналина активирует адренергические рецепторы, присутствующие в клетках иммунной системы, что приводит к изменению иммунных реакций и иммуносупрессивным эффектам (активизирует вегетативную нервную систему). Как следствие, меняется периферическое сосудистое сопротивление и снижается скорость кровотока [1, 18].

В исследованиях Н.О. Давыдовой отмечена «половая дифференциация в формировании индивидуальных особенностей и механизмов адаптации студентов к учебной деятельности, исследователи пишут, что психоэмоциональный статус юношей был более нестабильным» [18, 19]. А такие авторы, как Е.Ю. Шаламова, О.Н. Рагозина, В.Р. Сафонова [1], проанализировав параметры центральной гемодинамики у студентов Ханты-Мансийской государственной медицинской академии, выявили изменения в работе сердечно-сосудистой системы на фоне десинхроноза у обследованных с разным хронотипом. Ученые наблюдали гендерные отличия, что совпадает с данными, полученными в нашей работе.

**Выводы.** Таким образом, выявлены сезонные изменения показателей микроциркуляции и спирометрии у студентов-медиков. При анализе функционального статуса дыхательной системы во все исследуемые сезоны года (осень, зима, весна) у студентов с десинхронозами наблюдается тенденция к снижению ОФВ<sub>1</sub> и ФЖЕЛ относительно успешно



адаптированных респондентов. Величина  $ОФВ_1$  весной в группах девушек ( $p=0,017$ ) и юношей ( $p=0,046$ ), а также осенью в группах девушек ( $p=0,001$ ) и юношей ( $p=0,019$ ) ниже, чем зимой, соответственно. Изменения показателей микроциркуляции у здоровых лиц в динамике сезонов года носят характер тенденции, так как обследованные лица – относительно здоровая молодежь. При нарушениях временной организации сердечно-сосудистой системы (десинхронозах) выявлены статистически значимые различия. При десинхронозе ухудшается перфузия тканей в исследуемые сезоны года (меняются тонус и плотность сосудистой стенки (повышение PI)), снижается скорость кровотока (снижается систолическая скорость кровотока). Поэтому изучение сезонных особенностей нарушений микроциркуляции необходимо для понимания патогенеза постстрессовых нарушений в динамике годового цикла, разработки принципов профилактики и коррекции с учетом ежегодной перестройки NEIM системы.

### Список литературы

1. Шаламова Е.Ю., Рагозин О.Н., Сафонова В.Р. Биоритмологические особенности и элементы десинхроноза параметров центральной гемодинамики у студентов Северного медицинского вуза // Экология человека. 2016. № 6. С. 26-32.
2. Колычев Д.И. Сезонная динамика показателей внешнего дыхания у студентов северного вуза // Студенческий научный форум. 2018: X международная студенческая научная конференция. [Электронный ресурс]. URL: <https://scienceforum.ru/2018/article/2018003161> (дата обращения: 16.01.2022).
3. Суюндикова Ж.Т., Панченко П.К. Сезонная динамика дыхательной системы студентов // Вестник КГПИ. 2016. № 3. [Электронный ресурс]. URL: <http://repo.kspi.kz/handle/item/425> (дата обращения: 16.01.2022).
4. Классина С.Я. Саморегуляторные реакции в микроциркуляторном русле ногтевого ложа пальцев рук у человек при психоэмоциональном напряжении // Вестник новых медицинских технологий. 2013. № 2 (XX). С. 408-412.
5. Fagrell B. Microcirculation of the Skin". The physiology and pharmacology of the microcirculation. 2013. P. 423.
6. Roustit M., Cracowski J.L., Non-invasive assessment of skin microvascular function in humans: an insight into methods. Microcirculation. 2012. vol. 19 (1). P. 47-64.
7. Шапорова Н.Л., Менщутина М.А., Ачкасова В.В., Кадинская М.И., Галкина О.В. Эндотелиальная дисфункция в патогенезе хронической обструктивной болезни легких на

фоне курения и отказа от него // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2012. Т. 11, № 1 (41). С. 15-20.

8. Тавасиев В.Х., Тавасиев Г.В. Социально-экологические проблемы в Республике Северная Осетия – Алания // Вестник Университета. 2015. № 8. С. 233-238.

9. Дворников В.С., Боциев Л.И., Гавалиди И.С., Дворников С.В. Туберкулез в закрытых учреждениях РСО-Алания за период с 2000 по 2008 гг. Прогноз // Фундаментальные исследования. 2008. № 12. С. 62-62.

10. Борисова Е.П., Кылбанова Е.С. Клинико-функциональные особенности хронической обструктивной болезни легких у лиц Якутской этнической принадлежности с метаболическим синдромом // Фундаментальные исследования. 2014. № 7. С. 241-245.

11. Дьяченко А.И., Коренбаум В.И., Михайловская А.Н., Осипова А.А., Суворов А.В., Шин С.Н., Почекутова И.А. Динамика продолжительности трахеальных шумов форсированного выдоха в условиях изоляции у испытуемых – участников программы «МАРС-500» // Физиология человека. 2014. № 40 (1). С. 96.

12. Ерошина К., Пол Уилкинсон, Мартин Макки Роль экологических и социальных факторов в возникновении заболеваний органов дыхательных путей у детей младшего школьного возраста г.Москвы // Медицина. 2013. С. 57-71.

13. Бабошина Н.В. Исследование микроциркуляции крови у детей 8 и 10 лет с использованием дыхательной пробы // Вестник РГМУ. 2016. № 3. С. 56-62.

14. Sáenz de Miera C., Sage-Ciocca D., Simonneaux V., Pévet P., Monecke S. “Melatonin-independent Photoperiodic Entrainment of the Circannual TSH Rhythm in the Pars Tuberalis of the European Hamster”. Journal of Biological Rhythms. 2018. vol. 33 (3). P. 302-317.

15. Rapoport S.I. “Chronomedicine, circadian rhythms. Who may be interested?” Clinical Medicine. 2012. vol. 90 (8). P. 73-75.

16. Zhu B., Dacso C.C., O’Malley B.W. “Unveiling “MusicaUniversalis” of the Cell: A Brief History of Biological 12-Hour Rhythms”. Journal of Endocrinological Society. 2018. vol. 2 (7). P. 727-752.

17. Lincoln G. A brief history of circannual time. Journal of Neuroendocrinology. 2019. vol. 31 (3). P. 12694.

18. Давыдова Н.О., Черемушникова И.И., Сманцер Т.А., Барышева Е.С. Гендерные особенности психофизиологических аспектов адаптации студентов // Вестник новых медицинских технологий. 2013. № 1. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/2013/13B1.pdf> (дата обращения: 12.01.2022).

19. Гурова О.А. Изменение показателей микроциркуляции крови у студентов в течение дня // Новые исследования. 2013. № 2 (35). С. 66-71.