

Бартош Ирина Сергеевна,
студентка 4 курса факультета фундаментальной
медицины и медицинских технологий
Саратовского национального исследовательского государственного
университета имени Н.Г. Чернышевского, г. Саратов

Оленко Елена Сергеевна,
профессор, заведующий кафедрой основ медицины
и медицинских технологий ФФМиМТ
ФБОУ ВО СГУ им. Н.Г. Чернышевского,
доктор медицинских наук, профессор,
г. Саратов

Сушкова Наталья Владимировна,
кандидат медицинских наук, доцент кафедры основ
медицины и медицинских технологий ФФМиМТ,
ФБОУ ВО СГУ им. Н.Г. Чернышевского, г. Саратов

ВЛИЯНИЕ ФУНКЦИИ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ НА ГЕМОДИНАМИЧЕСКИЙ ГОМЕОСТАЗ У ЗДОРОВЫХ ЛИЦ

Аннотация: Исследование влияния функции внешнего дыхания на гемодинамический гомеостаз у здоровых лиц позволит выявить механизмы, которые могут стать причиной развития нарушений микроциркуляции и сердечно-сосудистых заболеваний. Основное внимание уделено изучению центральной гемодинамики, характеристик внешнего дыхания и классификации типов гемодинамики с применением корреляционного анализа.

Ключевые слова: реография, интегральный показатель гемодинамики, сердечно-сосудистая система, внешнее дыхание.

Введение и актуальность темы

Современная медицинская наука непрерывно стремится расширить свои познания о взаимосвязи различных физиологических систем в организме человека. Одним из ключевых направлений исследований является изучение гемодинамики – сложного механизма, обеспечивающего любые адаптивные реакции организма. В этом контексте особый интерес представляет анализ взаимовлияний функции внешнего дыхания и интегральных показателей центральной гемодинамики.

Исследование состояния интегральных показателей гемодинамики у мужчин и женщин молодого возраста в зависимости от результатов спирографии является актуальным в свете двух ключевых факторов. Во-первых, молодой возраст часто ассоциируется с высокой активностью и вегетативным дисбалансом регуляции сердечно-сосудистой системы (ССС) и изучение особенностей гемодинамики позволит оценить напряженность основных регуляторных процессов у молодых лиц. Во-вторых, связь между функцией дыхания и гемодинамикой имеет важное функциональное значение в любом контуре адаптации. Различные нарушения дыхания могут влиять на кровообращение, что в свою очередь может приводить к развитию сердечно-сосудистой декомпенсации, вплоть до патологических состояний.

Целью исследования явилось изучение взаимосвязи между процессами дыхания и функционированием сердечно-сосудистой системы у здоровых лиц.



Материалы и методы

Обследовано 15 добровольцев в возрасте от 18 до 25 лет, средний возраст $20,67 \pm 0,5$ лет, из них 8 женщин и 7 мужчин. На момент обследования все лица были здоровы, анамнестически не имели хронических заболеваний и подписали информированной согласие на исследование.

У каждого обследуемого производилось измерение артериального давления (АД) по методу Н.С. Короткова с помощью метрологически поверенных приборов «Healthcare DK-105». Для оценки уровня АД следовало выполнить не менее трех измерений с интервалом не менее 1 минуты, а при разнице более 5 мм рт. ст. производить дополнительные измерения. За конечное значение принимается среднее из двух последних измерений. Определялись показатели: систолического АД (САД мм рт.ст.); диастолического АД (ДАД, мм рт.ст.); пульсового давления (ПД, мм рт.ст.), среднего гемодинамического давления (СДД, мм рт.ст.).

Значение среднего гемодинамического давления (СДД), являющегося показателем согласованности сердечного выброса и периферического сопротивления, вычислялось по формуле Вецлера и Богера:

$$\text{СДД} = 0,42 \times \text{САД} + 0,58 \times \text{ДАД}.$$

Электрокардиография проводилась с помощью компьютерного комплекса «Полиспектр» фирмы Валента в 12 отведениях со скоростью 50 мм/с.

Подсчет частоты сердечных сокращений (ЧСС) осуществлялся в течение 1 минуты с помощью фонендоскопа, поставленного в пятое межреберье на 2 см кнутри от левой срединно-ключичной линии. Подсчет пульса осуществлялся также в течение 1 минуты пальпаторным методом на лучевой артерии. Частота дыхательных движений (ЧДД) подсчитывалась, положив ладонь на эпигастральную область живота и, регистрируя количество дыхательных экскурсий в течение 1 минуты.

Исследование центральной гемодинамики

Для изучения показателей центральной гемодинамики использовался сертифицированный многофункциональный аппаратно-программный комплекс Валента-РЕО, позволяющий применить метод «интегральной» реографии (ИР) по М.И. Тищенко с автоматизированной оценкой ниже описанных показателей: 1) ударный объем крови (УОК, норма = 60–80 мл.); 2) минутный объем крови (МОК, норма = 3,5–5,24 л/мин.); 3) ударный индекс (УИ, норма = 38–50 мл/м².); 4) сердечный индекс (СИ, норма = 1,9–3,6 л/мин/м².); общее периферическое сопротивление сосудов (ОПСС, норма = 1200–2500 дин х с х см-5.); 5) удельное периферическое сопротивление сосудов (УПСС, норма = 25–45 у.е.).

Протокол исследования. Накануне исследования центральной и регионарной мозговой гемодинамики наблюдаемым лицам было рекомендовано исключить из рациона крепкий чай, кофе. В течение 15 минут перед исследованием мужчины находились в состоянии полного физического покоя. ЭКГ-электроды для униполярных отведений от конечностей накладывались по стандартной схеме. Биполярные пластинчатые электроды фиксировались на ладонной поверхности запястий и на внутренней поверхности лодыжек. Базовое сопротивление не должно превышать 150–200 Ом. После того, как на экране монитора компьютера регистрируется качественный сигнал, включается фоновая запись в покое, в течение 3-х минут, которая автоматически анализируется и выдается протокол с оценкой основных показателей, описанных выше и заключением о типе центральной гемодинамики и её нарушениях (таблица 1).



Классификация типов центральной гемодинамики
[Гундаров И.А., Пушкарь Ю.Т., Константинов Е.Н., 1983]

Гемодинамический профиль	СИ (л/мин/м ²)	ОПСС (дин х с х см-5)
Гипокинетический	< 3,0	1000–2000
Гиповолемический	< 3,0	> 2000
Нормокинетический	3,0–3,5	1000–2000
Гиперкинетический атонический	> 3,5	< 1000
Гиперкинетический спастический	> 3,5	> 2000

Исследование функций внешнего дыхания

Для спирометрии использовался сертифицированный многофункциональный аппаратно-программный комплекс Валента с автоматизированной оценкой ниже описанных показателей. При спокойном дыхании с максимальной амплитудой измерения объема определяются следующие показатели:

ЖЕЛ – максимальный объем легких, который человек может вдохнуть после максимально глубокого выдоха (ЖЕЛвд.) или выдохнуть после максимально глубокого вдоха (ЖЕЛвыд.), т. е. между уровнями ООЛ и ОЕЛ;

Евд. – максимальный объем, который человек может вдохнуть после спокойного выдоха, т. е. уровня ФОЕ легких до уровня ОЕЛ;

Ровыд. – максимальный объем, который человек может выдохнуть после спокойного выдоха, т. е. от уровня ФОЕ до уровня ООЛ. С помощью маневра форсированного выдоха определяются следующие показатели;

- ФЖЕЛ – ЖЕЛ, которая измеряется при форсированном выдохе;
- ФЖЕЛвд. – ЖЕЛ, которая измеряется при форсированном вдохе;

ОФВ1 – объем, который человек успевает выдохнуть за 1-ю секунду форсированного выдоха;

- соотношение ОФВ1 / ФЖЕЛ (индекс Генслера);

- соотношение ОФВ1 / ЖЕЛ (индекс Тиффно);

ПОС выдоха – максимальная скорость воздушного потока при форсированном выдохе;

МОС при выдохе 25 % ФЖЕЛ (МОС25) – скорость воздушного потока в момент выдоха 25 % ФЖЕЛ;

МОС при выдохе 50 % ФЖЕЛ (МОС50) – скорость воздушного потока в момент выдоха 50 % ФЖЕЛ;

МОС при выдохе 75 % ФЖЕЛ (МОС75) – скорость воздушного потока в момент выдоха 75 % ФЖЕЛ;

СОС при выдохе 25–75 % ФЖЕЛ (СОС25–75) – средняя скорость воздушного потока при выдохе 25–75 % ФЖЕЛ.

Протокол исследования. Исследование проводилось натощак, за 30 минут пациент не занимался физической и умственной активностью. Перед началом исследования проводился инструктаж о правильности выполнения вдоха и выдоха, а также выполнялась калибровка спирометра. Функция внешнего дыхания оценивалась трижды по заданной схеме, с последующим автоматизированным анализом наилучшей записи [18].

Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью программы SPSS Statistics 23. Средние значения представлены в виде $M \pm \sigma$. Вероятность межгрупповых взаимосвязей определили с помощью коэффициента ранговой корреляции Тау-в Кенделла. Взаимосвязи между показателями считали достоверными при $p < 0,05$.



Собственные результаты и их обсуждение

Разделение испытуемых по типам гемодинамики позволило выявить преобладающий тип кровообращения. Было выявлено, что для большинства людей в выборке характерен гиповолемический тип гемодинамики (см. таблица 2), среди которых 73% женщины, а 27% – мужчины (см. диаграмма 1)



Диаграмма 1

Таблица 2

№	СИ	ОПСС	МОК	САД
1	2,84	1899	5,05	120
2	3,64	1779	5,39	120
3	1,76	3175	3,02	120
4	1,63	3619	2,65	120
5	2,44	2209	4,34	120
6	2,22	2997	3,2	120
7	2,01	3330	2,88	120
8	0,64	6436	1,49	120
9	1,56	3093	3,1	120
10	5,5	8782	10,92	120
11	3,83	1258	7,62	120
12	3,22	1869	5,13	120
13	0,21	2339	0,41	120
14	3,14	1582	6,06	120
15	4,46	1227	7,81	120

Полученные результаты были проверены на соответствие нормальному закону по критерию асимметрии и эксцесса. Абсолютные значения асимметрии и эксцессы большинства показателей распределений превышают свои стандартные ошибки.



Таблица 3 - Описательные статистики ИРТГ и СПИРО женщины и мужчины

	N	Минимум	Максимум	Среднее	Среднее отклонение	Асимметрия		Эксцесс	
						Статистика	Стандартная ошибка	Статистика	Стандартная ошибка
Ударный объём (ИРТГ по Диценко) (уд/мин)	15	5,65	181,34	80,3840	47,68979	0,587	0,580	0,113	1,121
Минутный объём крови (л/мин)	15	0,41	10,92	4,6047	2,71726	0,777	0,580	0,719	1,121
Коэффициент резерва (%)	15	6,00	164,00	93,2000	45,65429	-0,402	0,580	-0,075	1,121
Ударный индекс (мл/м.кв)	15	2,93	91,25	45,2013	24,13644	0,094	0,580	-0,240	1,121
Сердечный индекс (л/мин*м.кв)	15	0,21	5,50	2,6067	1,41414	0,279	0,580	-0,026	1,121
Коэффициент интегральной точности (ус.ед)	15	62,25	629,88	150,0393	147,76724	2,806	0,580	8,615	1,121
Давление в легочной артерии (мм.рт.ст.)	15	44,78	246,69	109,2127	58,20844	1,201	0,580	1,237	1,121
Давление наполнения левого желудочка (мм.рт.ст.)	15	-735,00	1198,00	46,2000	373,69816	1,658	0,580	8,247	1,121
Фжел (л)	15	2,02	8,15	4,2360	1,62164	1,111	0,580	1,315	1,121
ОФВ1 (л)	15	0,32	5,68	3,1360	1,39924	-0,070	0,580	-0,073	1,121
Индекс Тиффно	15	11,20	191,40	88,0600	45,69801	0,665	0,580	0,705	1,121
ПОС (л/с)	15	2,06	11,10	5,7320	2,08562	0,822	0,580	2,527	1,121
МОС 25 (л/с)	15	1,72	9,93	5,4740	1,97042	0,299	0,580	1,115	1,121
МОС 50 (л/с)	15	2,01	7,49	4,6573	1,53116	0,047	0,580	-0,503	1,121
МОС 75 (л/с)	15	1,36	6,02	2,9013	1,27781	1,158	0,580	1,011	1,121
СОС 25-75 (л/с)	15	1,96	6,24	4,2533	1,37886	0,120	0,580	-1,219	1,121
Т фор выд (с)	15	0,61	4,36	2,1233	1,07951	0,809	0,580	0,103	1,121
МОД (л)	15	6,71	56,35	24,3060	13,46769	1,027	0,580	0,895	1,121
Частота дых (МОД)	15	11,22	28,63	17,0420	4,46456	1,520	0,580	2,474	1,121
Дых объём (МОД) л	15	0,49	2,51	1,4120	0,63654	0,256	0,580	-1,123	1,121
N валидных (по списку)	15								

Отсюда можно сделать вывод, что полученные результаты не соответствуют нормальному закону. для выявления возможных связей между переменными было принято решение применить ранговый коэффициент корреляции Тау – b Кендалла.

Таблица 4

Корреляции женщины и мужчины (n = 15)					
		ОПСС	Сад	Минутный объём крови (л/мин)	Сердечный индекс (л/мин*м.кв)
Тау-b Кендалла	ПОС (л/с)	Коэффициент корреляции	-0,440*		0,440*
		Знач. (двухсторонняя)	0,023		0,023
		N	15	15	15



	МО С 25 (л/с)	Коэффициент корреляции	-0,467*		ПОС выдоха-максимальная скорость воздушного потока при форсированном выдохе	0,352
		Знач. (двухсторонняя)	0,015		0,015	0,067
		N	15	15	15	15
**. Корреляция значима на уровне 0,01 (двухсторонняя).						
*. Корреляция значима на уровне 0,05 (двухсторонняя).						

Из полученных результатов корреляции по Тау-в Кенделла выявили обратную взаимосвязь между показателями «Общее периферическое сосудистое сопротивление» и «ПОС выдоха» (максимальная скорость воздушного потока при форсированном выдохе) со значением -0,440 при $p = 0,05$ и «МОС при выдохе 25 %» (скорость воздушного потока в момент выдоха) со значением -0,467 при $p = 0,05$. Отсюда можно сделать вывод, что гиповолемический тип гемодинамики, характеризующийся снижением объема циркулирующей крови, может влиять на реакцию периферического сосудистого сопротивления и изменения в дыхательной функции.

Таблица 5

Корреляции мужчин (n= 8)										
			Ударный объем (ИРГТ по тищенко) (уд/мин)	Минутный объем крови (л/мин)	Коэффициент резерва (%)	Ударный индекс (мл/м.кв)	Сердечный индекс (л/мин* м.кв)	Коэффициент интегральной точности (ус.ед)	Давление в легочной артерии (мм.рт.ст.)	Давление наполнения левого желудочка (мм.рт.ст)
Тау-в Кендалла	МО С 25 (л/с)	Коэффициент корреляции	0,429	0,571*	0,500	0,429	0,500	-0,500	0,143	0,500
		Знач. (двухсторонняя)	0,138	0,048	0,083	0,138	0,083	0,083	0,621	0,083
		N	8	8	8	8	8	8	8	8
**. Корреляция значима на уровне 0,01 (двухсторонняя).										
*. Корреляция значима на уровне 0,05 (двухсторонняя).										

Была выявлена прямая взаимосвязь между характеристиками по показателям «МОС25 (мгновенная объемная скорость воздуха на уровне выдоха 25 %)» и «Минутный объем крови»



у мужчин. Это может быть связано с тем, что увеличенная МОС25 может свидетельствовать о лучшей функции легких, что в свою очередь может улучшить оксигенацию крови.

Хорошая оксигенация крови, в свою очередь, может способствовать более эффективной работе сердца и увеличению минутного объема крови. Коэффициент корреляции $r = 0.571$ при уровне значимости $p = 0.05$ говорит о наличии умеренной положительной связи между МОС25 и минутным объемом крови.

Таблица 6

			Корреляции мужчин (n= 8)							
			Удар- ный объем (ИРГ Т по тище- нко) (уд/м ин)	Мину- тный объем крови (л/мин)	Коэффи- циент резерва (%)	Удар- ный индек с (мл/м. кв)	Сердеч- ный индекс (л/мин* м.кв)	Коэффи- циент интегра- льной точнос- ти (ус.ед)	Давле- ние в легоч- ной арте- рии (мм.рт .ст.)	Давле- ние напол- нения левого желу- дочка (мм.рт. ст)
Тау-б Кенда лла	Т фо р вы д	Коэффи- циент корреля- ции	0,357	0,500	0,571*	0,357	0,571*	-0,429	-0,214	0,143
	(с)	Знач. (двухстор онная)	0,216	0,083	0,048	0,216	0,048	0,138	0,458	0,621
		N	8	8	8	8	8	8	8	8
**. Корреляция значима на уровне 0,01 (двухсторонняя).										
*. Корреляция значима на уровне 0,05 (двухсторонняя).										

Существует прямая взаимосвязь между характеристиками по показателям «Время форсированного выдоха» и «Коэффициент резерва (это показатель функциональных возможностей буферной системы крови)». Это может быть объяснено тем, что хорошая легочная функция, отраженная временем форсированного выдоха, может способствовать более эффективной обмену газов в легких. Это в свою очередь может влиять на уровень углекислого газа в организме, который регулируется буферной системой крови.

Таким образом, у пациентов с продолжительным временем форсированного выдоха возможно имеется лучшая легочная функция, что может сказываться на более эффективной работе буферной системы крови и управлении уровнем углекислого газа в организме.

Существует прямая взаимосвязь между характеристиками по показателям «Время форсированного выдоха» и «сердечный индекс (это гемодинамический параметр, который связывает сердечный выброс (СО) из левого желудочка за одну минуту с площадью поверхности тела)». Возможная взаимосвязь между этими показателями может быть объяснена следующим образом. Если у пациента наблюдается продолжительное время форсированного выдоха может указывать на возможные дыхательные проблемы или нарушения в легочной функции, что может влиять на обогащение крови кислородом. Следовательно, пониженный уровень кислорода в крови или другие изменения в газовом составе крови могут повлиять на работу сердца, в том числе на сердечный выброс и, как следствие, на сердечный индекс



Таблица 7

			Корреляции женщин, (n=7)							
			Ударный объём (ИРГ Т по тищенко) (уд/мин)	Минутный объём крови (л/мин)	Коэффициент резерва (%)	Ударный индекс (мл/м.кв)	Сердечный индекс (л/мин* м.кв)	Коэффициент интегральной точности (ус.ед)	Давление в лёгочной артерии (мм.рт.ст.)	Давление наполнения левого желудочка (мм.рт.ст)
Тау-б Кендалла	Индекс Тиффно	Коэффициент корреляции	0,714*	0,429	0,333	0,619	0,333	-0,238	0,238	-0,143
		Знач. (двухсторонняя)	0,024	0,176	0,293	0,051	0,293	0,453	0,453	0,652
		N	7	7	7	7	7	7	7	7
**. Корреляция значима на уровне 0,01 (двухсторонняя).										
*. Корреляция значима на уровне 0,05 (двухсторонняя).										

Существует прямая взаимосвязь между характеристиками по показателям «индекс Тиффно (это отношение максимального объема выдоха за 1 секунду к общей ёмкости легких) и «ударный объём» (объём крови, выбрасываемый левым желудочком в аорту, правым – в лёгочную артерию) у женщин. ($r = 0.459$ при $p = 0.05$).

Выявлена прямая взаимосвязь между характеристиками ИРГТ и СПИРО по показателям «индекс Тиффно» и «ударный индекс (отношение ударного объема (объём крови, выбрасываемый левым желудочком в аорту, правым – в лёгочную артерию) к площади поверхности тела)» у женщин. Это может быть объяснено тем, что улучшенная оксигенация крови в свою очередь может положительно сказываться на работе сердца, улучшая его эффективность (выраженную, например, в ударном индексе).

Таблица 8

			Корреляции женщин и мужчин, (n=15)							
			Ударный объём (ИРГ Т по тищенко) (уд/мин)	Минутный объём крови (л/мин)	Коэффициент резерва (%)	Ударный индекс (мл/м.кв)	Сердечный индекс (л/мин* м.кв)	Коэффициент интегральной точности (ус.ед)	Давление в лёгочной артерии (мм.рт.ст.)	Давление наполнения левого желудочка (мм.рт.ст)
Тау-б Кендалла	ПСС (л/с)	Коэффициент корреляции	0,287	0,440*	0,211	0,172	0,325	-0,383*	0,096	-0,087



	Знач. (двухсторонняя)	0,137	0,023	0,276	0,372	0,092	0,047	0,620	0,655
	N	15	15	15	15	15	15	15	15
**. Корреляция значима на уровне 0,01 (двухсторонняя).									
*. Корреляция значима на уровне 0,05 (двухсторонняя).									

Существует прямая взаимосвязь между характеристиками по показателям «ПОС», пиковая объемная скорость выдоха, и «минутный объем крови» у женщин и мужчин. ($r = 0.440$ при $p = 0.05$).

Это может быть связано с тем, что эффективное дыхание и оксигенация крови играют важную роль в обеспечении насыщения крови кислородом. Повышенная ПОС может указывать на лучшую функцию легких и улучшенную газообменную способность, что в свою очередь способствует увеличению оксигенации крови. Более эффективная оксигенация крови может улучшить кислородное снабжение тканей и органов, в том числе сердца, что в конечном итоге может повлиять на регуляцию сердечного выброса и минутного объема крови.

Таблица 9

Корреляции женщин и мужчин (n=15)										
			Ударный объем (ИРГ Т по тищенко) (уд/мин)	Минутный объем крови (л/мин)	Коэффициент резерва (%)	Ударный индекс (мл/м.кв)	Сердечный индекс (л/мин* м.кв)	Коэффициент интегральной точности (ус.ед)	Давление в легочной артерии (мм.рт.ст.)	Давление наполнения левого желудочка (мм.рт.ст.)
Тау-б Кендалла	Частота дых (МОД)	Коэффициент корреляции	0,238	0,314	0,352	0,276	0,352	-0,105	0,390*	0,325
		Знач. (двухсторонняя)	0,216	0,102	0,067	0,151	0,067	0,586	0,042	0,092
		N	15	15	15	15	15	15	15	15
**. Корреляция значима на уровне 0,01 (двухсторонняя).										
*. Корреляция значима на уровне 0,05 (двухсторонняя).										

Выявлена прямая взаимосвязь между характеристиками по показателям «частота дыхания»– число дыхательных движений в минуту при спокойном дыхании и «давление в легочной артерии» у женщин и мужчин. ($r = 0.390$ при $p = 0.05$). Прямая взаимосвязь между показателями может быть объяснена через несколько физиологических механизмов:

Регуляция газообмена: Повышенная частота дыхания может увеличить объем вдыхаемого воздуха, что приводит к увеличению поступления кислорода в кровь и выведению



углекислого газа. Это может сказываться на давлении в легочной артерии, так как изменения в содержании кислорода и углекислого газа в крови могут влиять на сосудистое сопротивление и регуляцию давления.

Таким образом, в ходе исследования состояния интегральных показателей гемодинамики у мужчин и женщин молодого возраста в зависимости от результатов спирографии были получены значимые результаты, которые имеют важное значение для понимания физиологических адаптивных реакций здорового организма человека.

Выводы

- Результаты исследования подтверждают существование взаимосвязи между состоянием функции дыхания и основными показателями центральной гемодинамики у молодых лиц.

- Кардио-респираторные влияния различны у мужчин и женщин, а также зависимы от возраста участников, однако для уточнения характера этих различий необходимо увеличение количества наблюдений.

- У пациентов с гиповолемическим, гиперкинетическим атоническим и гипокинетическим типом гемодинамики наблюдаются сниженные значения легких объемов и изменения в параметрах потока воздуха по сравнению с нормокинетическим типом. С другой стороны, у пациентов с гиперкинетическим спастическим типом гемодинамики наблюдается повышение параметров скорости потока воздуха в момент выдоха, а также показателя форсированной жизненной емкости легких по сравнению с нормальными показателями гемодинамики.

Список литературы:

1. Николаева И. П. Сравнительная оценка параметров гемодинамики у кардиохирургических больных // Ливанов Г. А., Курапеев И. С., Покровский В. Г., Питенин Ю. И., Цветнова Л. Д., Волков Н. Ю., Лодягин А. Н. // Сердечно – легочная патология. С. П.: Общая реаниматология, 2005. С. 11.
2. Тищенко М. И., Волков Ю. Н. Комплексная оценка функционального состояния систем кровообращения и дыхания методом интегральной реографии тела человека: Методическая рекомендации. М.; 1989. – 21 с.
3. Матвейков Г. П., Пшоник С. С. Клиническая реография. Минск; 1976. – 176 с.
4. Гусев, В. Г. Получение информации о параметрах и характеристиках организма и физические методы воздействия на него / В. Г. Гусев – М: Машиностроение, 2004. – 597 с.
5. Корневский, Н.А. Биотехнические системы медицинского назначения / Н.А. Корневский, Е.П. Попечителей. – Старый Оскол: ТНТ, 2014. – 688 с.
6. Методы исследования органов дыхания. / Под ред. И. В. Маева. –М.: ВУНМЦ, 2000. – С. 87-109.
7. Василенко В. Х., Гребенев А. Л. и др. Пропедевтика внутренних болезней. / Под ред. В.Х. Василенко, А.Л. Гребенева. –М.: Медицина, 1989. –С. 114 -118.
8. Е. Л. Трисветова, с. Е. Федорович. Функциональные методы исследования внешнего дыхания: Учебно-методическое пособие, 2016. – 8 с.
9. Кривонос, П. С. Функциональные методы исследования легких: учеб-метод. пособие / П. С. Кривонос, В. Л. Крыжановский, А. Н. Лаптев. Минск: БГМУ, 2009. 54 с.
10. Ткаченко Б.И. Системная гемодинамика / Б.И. Ткаченко // Российский физиологический журнал им И.М. Сеченова. – 1999. – Т. 85, №9-10. – С. 1255-1266.
11. Ремизов, А. Н. Медицинская и биологическая физика, учебник для студентов медицинских специальностей высших учебных заведений / А. Н. Ремизов.– М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. – 650 с.



12. Стручков, П. В. Спирометрия [Текст]: руководство для врачей / П. В. Стручков, Д. В. Дроздов, О. Ф. Лукина. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 96 с.
13. Шхвацабая И.К. О новом подходе к пониманию гемодинамической нормы / И.К. Шхвацабая, Е.Н. Константинов, И.А. Гундаров // Кардиология. – 1981. – №3. – С
14. Савицкий Н.Н. Биофизические основы кровообращения и клинические методы изучения гемодинамики / Н.Н. Савицкий. – М.: Медицина, 1974. – 307 с.
15. Гундаров И.А. О нормативах центральной гемодинамики, определяемых методом тетраполярной грудной реографии / И.А. Гундаров, Ю.Т. Пушкарь, Е.Н. Константинов // Тер. арх. – 1983. – №4. – С. 26-28.
16. Апанасенко Г.Л. Медицинская валеология / Г.Л. Апанасенко, Л.А. Попова. – Ростов н/Д: Феникс, 2000. – 248 с.
17. Аринчин Н.И. Типы саморегуляции кровообращения и экстракардиальные механизмы гемодинамики, Минск, 9–10 окт. 1984 г. и 4–6 февр. 1992 г. – Минск: Наука и техника, 1991. – 76 с.
18. Gauld L.M., Kappers J., Carlin J.B., Robertson C.F. Height prediction from ulna length. Dev. Med. Child. Neurol. 2004. – 46.

