

УДК 612.176

Галина Евгеньевна Хомич*канд. биол. наук, доц., доц. каф. анатомии, физиологии и безопасности человека
Брестского государственного университета имени А. С. Пушкина***Halina Khomich***Candidate of Biological Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Anatomy, Physiology and Human Safety
of the Brest State A. S. Pushkin University**e-mail: medicine@brsu.brest.by*

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ОТВЕТ СЕРДЦА И СОСУДОВ НА ИЗМЕНЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕЛА У ЛЮДЕЙ, ПРОЖИВАЮЩИХ НА ЗАГРЯЗНЕННОЙ РАДИОНУКЛИДАМИ ТЕРРИТОРИИ

С помощью методики А. А. Астахова проведено исследование некоторых сосудодвигательных рефлексов крупных вен ног, затрудняющих гравитационную миграцию крови при вертикальном положении и положении вниз головой. Зафиксировано, что у девушек, проживающих на территории, загрязненной радионуклидами, чаще, чем в контрольной группе, наблюдались неадекватные реакции микрососудов, не способные в должной степени предотвратить гравитационное перемещение крови в сосудистом русле при изменении положения тела в пространстве.

***Ключевые слова:** гемодинамические параметры, механизмы регуляции, систолическое артериальное давление.*

Functional Response of Heart and Blood Vessels to Changes in Body Position in People Living in a Radionuclide Contaminated Area

Using the technique of A. A. Astakhov, a study was conducted of some vasomotor reflexes of large leg veins that impede the gravitational migration of blood in an upright position and upside down position. It was recorded that girls living in the territory contaminated with radionuclides more often than in the control group had inadequate reactions of microvessels that could not adequately prevent the gravitational movement of blood when the body position changed.

***Key words:** hemodynamic parameters, mechanisms regulating, systolic blood pressure.*

Введение

Изучение совокупности изменений, произошедших в организме, в т. ч. и в сердечно-сосудистой системе людей, постоянно проживающих на территории с повышенным радиоактивным фоном вследствие Чернобыльской аварии, является важной задачей. Медицинские обследования населения, проживающего на загрязненной местности, показывают, что у подростков и взрослых людей, пострадавших от радиации, резко возрос процент заболеваний сердечно-сосудистой системы. Хроническое облучение малыми дозами радиации негативно влияет на уровень артериального давления и состояние миокарда у студентов, долго живущих в радиационно загрязненных районах.

Изменение уровня фоновой радиации после аварии на Чернобыльской АЭС привело к проблемам прогнозирования последствий и разработки средств профилактики негативного действия хронического низкоинтенсивного радиоактивного излучения на население и окружающую среду. Исследования в данном направлении очень актуальны и интенсивно проводятся в нашей стране и за ее пределами [1–3].

Выброшенные из разрушенного реактора радионуклиды привели к увеличению частоты многих, в т. ч. и сердечно-сосудистых заболеваний [1; 4]. Ионизирующее излучение модифицирует функцию центральных и периферических механизмов адаптации, уменьшает функциональный ответ сердца и сосудов на активацию β -адренергических

рецепторов и повышает его на стимуляцию α -адренорецепторов [5], что приводит к снижению приспособительных реакций со стороны сердечно-сосудистой системы, нарушению нервных и гуморальных механизмов регуляции сократительной деятельности кардиомиоцитов и состояния сосудистого тонуса.

Функциональные пробы с изменением положения тела в пространстве являются специфическими дозированными нагрузками, которые применяют для уточнения генеза некоторых доклинических форм нарушений в состоянии сердечно-сосудистой системы при врачебном обследовании спортсменов [6]. Факторы, вызывающие стойкое повышение или снижение тонуса периферических кровеносных сосудов, во многом обуславливают особенности реакций системы кровообращения на изменение положения тела человека в пространстве.

Одним из таких факторов, по-видимому, является хроническое низкоинтенсивное радиоактивное облучение, т. к. обнаружено, что после продолжительного облучения животных у них усиливаются сократительные и ослабевают реакции расслабления артериальных сосудов [7]. Ионизирующее воздействие на кровеносную сосудистую систему, и в первую очередь на капилляры, зависит от уровня накопления радионуклидов в разных органах и тканях. Имеются данные, свидетельствующие о преимущественно вазоконстрикторном действии малых доз радиации [2], что негативно влияет на кровоснабжение органов и тканей.

На основе имеющихся данных литературы нами исследовалось состояние гемодинамики при выполнении функциональных проб у студенток, проживавших и не проживавших в зоне радиационного контроля.

Материалы и методы исследования

В группу для исследования вошли студентки-первокурсницы, которые непосредственно до поступления в Брестский государственный университет более десяти лет проживали в Лунинецком и Столинском районах Брестской области на местности, имеющей радиоактивное загрязнение по цезию-137 от 1 до 5 Кюри на км². Контрольную группу составили студентки, не проживавшие и не находившиеся продолжительное время в зоне радиоактивного контроля.

По методике А. А. Астахова [8] на многофункциональном мониторе кровенаполнения «Кентавр-1» проводился импедансометрический мониторинг амплитуд револны пальца (АРП) ноги и амплитуд револны голени (АРГ) в состоянии покоя и при выполнении функциональных проб. Функциональными пробами для обследуемых студенток являлись: 1) ортостатическая проба; 2) клиностатическая проба; 3) нахождение тела в течение одной минуты в положении вниз головой под углом 30 ° к горизонту.

Результаты и их обсуждение

Данные проведенных нами исследований показали, что в горизонтальном положении в состоянии покоя тонус микрососудов нижних конечностей был разным как у студенток контрольной, так и обследуемой группы. Согласно данным литературы [9], значения АРП в диапазоне 60–120 мОм, а АРГ в пределах 80–120 мОм свидетельствуют о нормальном тонусе мелких и магистральных кровеносных сосудов. Снижение величин АРП ниже 40 мОм, а АРГ ниже 60 мОм указывает на уменьшение просвета и повышение тонуса кровеносных сосудов. При спазматическом состоянии сосудов АРП падает ниже 20 мОм. Увеличение показателей АРП и АРГ выше 120 мОм является признаком снижения тонуса кровеносных сосудов и начала развития гипотонической реакции.

Дальнейшие исследования показали, что в горизонтальном положении в состоянии покоя у девушек, много лет проживавших на местности, загрязненной радионукли-

дами, достоверно реже, чем в контроле, наблюдался нормальный тонус кровеносных сосудов нижних конечностей. Так, в обследуемой группе нормальный тонус микрососудов обнаруживался у 33,3 %, магистральных сосудов – у 50,0 % студенток; пониженный тонус микрососудов – у 38,9 %, магистральных сосудов – у 22,2 %; повышенный тонус микрососудов – у 27,8 %, магистральных сосудов – у 27,8 % студенток. В контрольной группе нормальный тонус микрососудистого русла наблюдался у 60,0 % человек, магистральных сосудов – у 65,0 %; пониженный тонус микрососудов и магистральных сосудов был выявлен у 15,0 % девушек; повышенный тонус микрососудов – у 25,0 %, а магистральных кровеносных сосудов – у 20,0 % студенток.

Кроме того, мы обнаружили зависимость постуральных реакций от исходного тонуса периферических кровеносных сосудов. В таблице 1 представлены значения, являющиеся средними для АРП в покое и при изменении положения тела в пространстве у студенток, проживавших и никогда не проживавших в районах радионуклидного загрязнения и имевших в горизонтальном положении в покое пониженный тонус мелких кровеносных сосудов нижних конечностей.

Как видно из таблицы 1, в состоянии покоя в горизонтальном положении у девушек контрольной группы АРП равнялось $178,5 \pm 1,3$ мОм. У студенток обследуемой группы значения АРП были достоверно выше и составляли $197,9 \pm 1,2$ мОм (таблица 1, серия 2), что говорит о более выраженной по сравнению с контрольной группой вазодилатации микрососудистого русла нижних конечностей.

Таблица 1. – Амплитуда реоволны пальца (АРП) у девушек с пониженным тонусом микрососудов нижних конечностей при выполнении функциональных проб

№ серии	Серия опытов	Кол-во опытов	Кол-во измерений	АРП (мОм)	
				$\bar{x} \pm S_x$	P
1	Горизонтальное положение в покое (контрольная группа)	19	2 321	$178,5 \pm 1,3$	
2	Горизонтальное положение в покое (обследуемая группа)	43	5 532	$197,9 \pm 1,2$	<0,001**
3	Ортостатическая проба (контрольная группа)	9	3 728	$53,4 \pm 1,5$	<0,001*
4	Ортостатическая проба (обследуемая группа)	21	6 844	$96,1 \pm 1,7$	<0,001* <0,001**
5	Клиностатическая проба (контрольная группа)	9	1 912	$176,7 \pm 2,0$	>0,05*
6	Клиностатическая проба (обследуемая группа)	22	5 428	$167,9 \pm 2,3$	<0,001* <0,01**
7	Положение головой вниз (контрольная группа)	9	586	$162,5 \pm 1,7$	<0,001*
8	Положение головой вниз (обследуемая группа)	21	1 378	$99,2 \pm 2,8$	<0,001* <0,001**

Примечание – * – различия по отношению к покою; ** – различия по отношению к аналогичной серии контрольной группы.

Проведенная функциональная ортостатическая проба привела к констрикторным компенсаторным реакциям мелких кровеносных сосудов ног у девушек обеих групп (таблица 1, серии 3, 4). Вместе с тем сосудосуживающие рефлексy, препятствующие гравитационному оттоку крови к ногам, лучше осуществлялись у студенток, не проживающих на местности с повышенным радиоактивным фоном, что проявлялось в изменениях

средних значений АРП. Так, в контрольной группе перемещение девушек в вертикальное положение вызывало уменьшение АРП на 70,1 %, в результате чего начиная с третьей минуты нахождения девушек в ортоположении значения АРП становились равными $53,4 \pm 1,5$ мОм. Эти данные свидетельствуют о переходе мелких кровеносных сосудов из гипотонического состояния сначала в нормотоническое, а затем, с 3-й минуты выполнения пробы, в состояние, пограничное с гипертензивным. На основании результатов параллельного измерения частоты сердечных сокращений и систолического артериального давления можно предположить о наличии почти удовлетворительной компенсаторной антигравитационной реакции со стороны микрососудов на ортостатическую пробу.

В исследуемой группе переход в вертикальное положение вызывал у девушек снижение АРП на 61,4 %, значения которой на 4–10 минутах нахождения в ортоположении оказались равными $96,1 \pm 1,7$ мОм. Однако в этом случае, судя по значениям АРП, диаметр мелких кровеносных сосудов ног оставался довольно большим, и при выполнении ортостатической пробы в кровяном русле происходил застой крови, который был вызван гравитационным воздействием. В результате резко падало систолическое артериальное давление в верхней половине тела, на основании чего можно считать неудовлетворительной компенсаторную антигравитационную вазоконстрикторную реакцию сосудов нижних конечностей у девушек, долгие годы проживавших в зоне радиационного загрязнения.

Затем, после 10-минутного нахождения в вертикальном положении студентки выполняли клиностатическую пробу, что приводило к значительному увеличению по сравнению с ортоположением показателей АРП, которые начинали приближаться к уровню покоя к началу 2-й минуты, а в обследуемой группе – к началу 3-й минуты пробы (таблица 1, серии 5, 6).

Возвращение показателей АРП до уровня покоя и 5-минутный отдых давали основание для перевода девушек в положение вниз головой под углом 30° к горизонту. В контрольной группе на протяжении 1-минутного нахождения студенток в положении головой вниз наблюдалось относительно минимальное снижение величины АРП на 9,0 %. Однако главным, на наш взгляд, является то, что на фоне исходного гипотонического состояния микрососудов подавляются их способности к дальнейшему расширению просвета и депонированию крови. Поэтому мелкие сосуды ног не только не участвуют в компенсаторном депонировании крови, препятствующем ее гравитационному венозному оттоку к сердцу, но даже в некоторой степени сужаются, что проявляется в снижении по сравнению с уровнем покоя значений АРП (таблица 1, серия 7).

Почти такая же (только более выраженная) реакция наблюдалась у студенток обследуемой группы. Было установлено, что при нахождении в положении головой вниз под углом 30° к горизонту среднее значение АРП уменьшалось на 49,9 % (таблица 1, серия 8). Это свидетельствует, во-первых, о значительном сужении просвета мелких кровеносных сосудов ног и уменьшении в них количества крови, и, во-вторых, об отсутствии компенсаторных сосудорасширяющих реакций микрососудов, направленных на предотвращение гравитационного оттока крови от нижних конечностей к верхней половине тела.

Следующим этапом наших гемодинамических обследований явилось изучение периферической гемодинамики у девушек, имевших в горизонтальном положении в состоянии покоя повышенный тонус мелких кровеносных сосудов нижних конечностей. Средние значения АРП в покое и при изменении положения тела в пространстве у студенток, длительно проживавших и не проживавших на местности с увеличенным радиоактивным фоном, представлены в таблице 2. Было установлено, что в состоянии покоя

в горизонтальном положении значения АРП достоверно не различались у девушек контрольной и обследуемой групп (таблица 2, серии 1, 2). Низкие амплитуды револвны пальца ноги и у одной, и у другой групп свидетельствуют о состоянии мелких кровеносных сосудов ног, близких к спазматическому. Выполнение ортостатической пробы вызывало еще большее существенное сужение микрососудов нижних конечностей, и это отразилось в уменьшении значений АРП.

Таблица 2. – Амплитуда револвны пальца (АРП) у девушек с повышенным тонусом микрососудов нижних конечностей при выполнении функциональных проб

№ серии	Серия опытов	Кол-во опытов	Кол-во измерений	АРП (мОм)	
				$\bar{x} \pm S_x$	P
1	Горизонтальное положение в покое (контрольная группа)	30	4 214	$26,2 \pm 0,9$	
2	Горизонтальное положение в покое (обследуемая группа)	30	4 247	$24,9 \pm 1,2$	>0,05**
3	Ортостатическая проба (контрольная группа)	15	5 423	$19,7 \pm 1,2$	<0,01*
4	Ортостатическая проба (обследуемая группа)	15	5 351	$20,2 \pm 1,3$	<0,05* >0,05**
5	Клиностатическая проба (контрольная группа)	15	3 965	$28,9 \pm 1,4$	>0,05*
6	Клиностатическая проба (обследуемая группа)	15	3 893	$25,7 \pm 1,5$	>0,05* >0,05**
7	Положение головой вниз (контрольная группа)	15	1 016	$30,8 \pm 1,5$	<0,05*
8	Положение головой вниз (обследуемая группа)	15	1 047	$26,3 \pm 1,6$	>0,05* <0,05**

*Примечание – * – различия по отношению к покою; ** – различия по отношению к аналогичной серии контрольной группы.*

Нами было обнаружено, что в контрольной группе, начиная с третьей минуты нахождения студенток в вертикальном положении, средняя величина АРП снижалась на 24,8 % (таблица 2, серия 3), а в обследуемой группе – на 18,9 % (таблица 2, серия 4).

Дальнейшее выполнение клиностатической пробы приводило к достаточно быстрому возрастанию средних значений АРП, которые уже на 2-й минуте после принятия из вертикального горизонтальное положение достоверно не отличались от уровня покоя как в контрольной, так и в обследуемой группе (таблица 2, серии 5, 6).

Непредсказуемой оказалась реакция микрососудистого русла ног в положении тела головой вниз под углом 30° к горизонту. У обследуемых девушек из контрольной группы выполнение данной функциональной пробы вызывало увеличение средних значений АРП по сравнению с уровнем покоя на 17,6 % (таблица 2, серия 7). Однако судя по очень малым показателям АРП ($30,8 \pm 1,5$ мОм) микрососуды ног оставались в суженном состоянии, что значительно снижало их возможности к депонированию крови и воспрепятствованию гравитационного венозного притока крови к сердцу во время положения тела вниз головой.

Касательно студенток обследуемой группы, получили следующие результаты: у них переход тела в наклонное положение не вызывал достоверного изменения АРП (таблица 2, серия 8). Из этого следует, что микрососуды нижних конечностей совсем не принимали участия в компенсаторных реакциях перераспределения крови при

выполнении указанной функциональной пробы, и это усложняло функционирование других звеньев сердечно-сосудистой системы.

Таким образом, на основании результатов, полученных при исследовании тонуса мелких кровеносных сосудов в покое и при выполнении функциональных проб, можно заключить, что у девушек, более 10 лет проживавших в районах радионуклидного загрязнения, слабее проявляются компенсаторные сосудодвигательные рефлексы, препятствующие гравитационному перемещению крови в сосудистом русле при изменении положения тела в пространстве.

Наряду с изучением вазомоторных реакций микрососудистого русла, нами также исследовались постуральные сосудодвигательные рефлексы магистральных кровеносных сосудов. В таблице 3 представлены результаты, полученные при исследовании особенностей указанных рефлексов у девушек, имевших в горизонтальном положении в состоянии покоя пониженный тонус магистральных сосудов.

В результате исследований было установлено, что в состоянии покоя в горизонтальном положении у студенток контрольной группы АРГ равнялась $129,3 \pm 1,5$ мОм (таблица 3, серия 1). В обследуемой группе средняя величина АРГ была достоверно выше и составляла $137,1 \pm 1,3$ мОм (таблица 3, серия 2), что можно расценивать как признак большей вазодилатации, чем в контрольной группе, магистральных сосудов нижних конечностей.

Таблица 3. – Амплитуда револны голени (АРГ) у девушек с пониженным тонусом магистральных сосудов нижних конечностей при выполнении функциональных проб

№ серии	Серия опытов	Кол-во опытов	Кол-во измерений	АРГ (мОм)	
				$\bar{x} \pm S_x$	P
1	Горизонтальное положение в покое (контрольная группа)	18	2 756	$129,3 \pm 1,5$	
2	Горизонтальное положение в покое (обследуемая группа)	25	3 119	$137,1 \pm 1,3$	<0,001**
3	Ортостатическая проба (контрольная группа)	9	3 812	$46,4 \pm 1,6$	<0,001*
4	Ортостатическая проба (обследуемая группа)	13	5 124	$61,3 \pm 1,5$	<0,001* <0,001**
5	Клиностатическая проба (контрольная группа)	9	2 245	$131,6 \pm 1,9$	>0,05*
6	Клиностатическая проба (обследуемая группа)	13	3 384	$141,5 \pm 1,6$	<0,05* <0,001**
7	Положение головы вниз (контрольная группа)	9	635	$191,0 \pm 2,1$	<0,001*
8	Положение головы вниз (обследуемая группа)	12	848	$163,9 \pm 2,2$	<0,001* <0,001**

Примечание – * – различия по отношению к покою; ** – различия по отношению к аналогичной серии контрольной группы.

Перемещение девушек в вертикальное положение вызывал сужение кровеносного русла голени, что отражалось в значительном уменьшении показателей АРГ как в контрольной, так и в обследуемой группе (таблица 3, серии 3, 4). Это свидетельствует о сужении магистральных сосудов сначала до нормального их диаметра, а к 3-й минуте выполнения ортостатической пробы, до состояния повышенного тонуса, что является компенсаторной сосудодвигательной реакцией, препятствующей гравитационному застою крови в сосудах ног при вертикальном положении тела.

В группе испытуемых, выбранных для исследования, выполнение ортостатической пробы приводило к снижению АРГ на 55,3 %, значения которой на 3–10 минутах нахождения в вертикальном положении становились равными $61,3 \pm 1,5$ мОм. В данном случае, судя по значениям АРГ, просвет магистральных сосудов голени оставался достаточно большим, и в них депонировалось большое количество крови. Измерение систолического артериального давления в этот период показало его резкое падение в верхней половине тела. Мы полагаем, что сосудосуживающая компенсаторная реакция магистральных сосудов нижних конечностей у студенток, долго проживавших в районах радионуклидного загрязнения, оказывалась недостаточной для предотвращения гравитационного оттока крови в кровеносные сосуды нижних конечностей.

По истечении 10-минутного нахождения в вертикальном положении девушки выполняли клиностатическую пробу. При этом было установлено, что переход в горизонтальное положение вызывал значительное увеличение, по сравнению с ортоположением, показателей АРГ. На 2-й минуте после перехода в горизонтальное положение среднее значение АРГ у студенток, не находившихся в зоне радионуклидного загрязнения, достоверно не отличалось от уровня покоя (таблица 3, серия 5). У девушек, более 10 лет проживавших на местности с повышенным радиоактивным фоном, на 2-й минуте выполнения клиностатической пробы показатели АРГ были достоверно выше (таблица 3, серия 6), чем в покое до выполнения функциональных проб. Восстановление к исходным показателям происходило к концу 3-й минуты.

После полного восстановления и 5-минутного отдыха производили следующую манипуляцию: с помощью поворотного стола девушек переводили в положение головой вниз под углом 30° к горизонту. При данной нагрузке у студенток обеих групп наблюдалось увеличение диаметра и кровенаполнения магистральных сосудов голени, проявляющееся в довольно большом возрастании значений АРГ.

Так, в контрольной группе наблюдалось увеличение величины АРГ на 47,7 %, или на 61,7 мОм (таблица 3, серия 7). Это свидетельствовало о значительном депонировании крови в магистральных сосудах нижних конечностей, что, по-видимому, является вполне адекватной антигравитационной компенсаторной реакцией, препятствующей чрезмерному притоку крови к сердцу и верхней части тела, находившейся в условиях данной пробы ниже уровня горизонта.

У той же обследуемой группы в положении вниз головой так же, как и в контрольной группе, происходило увеличение диаметра кровеносных сосудов голени по сравнению с наблюдавшимся в покое в горизонтальном положении. Об этом свидетельствовало повышение значений АРГ на 19,5 %, или на 26,8 мОм (таблица 3, серия 8). Однако такая небольшая вазодилатация магистральных сосудов голени недостаточна для предотвращения гравитационного притока крови к сердцу и головной части тела.

Довольно специфические результаты были получены при характеристике сосудодвигательных реакций у студенток, имевших в горизонтальном положении в состоянии покоя повышенный тонус магистральных сосудов нижних конечностей. Нами было выявлено, что в горизонтальном положении в состоянии покоя величина АРГ в контрольной группе была достоверно выше, чем в обследуемой (таблица 4, серии 1, 2). Вместе с тем низкие значения АРГ в обеих группах указывают на выраженную вазоконстрикцию магистральных сосудов голени и на недостаточное их участие в депонировании крови.

Таблица 4. – Амплитуда револны голени у девушек с повышенным тонусом магистральных сосудов нижних конечностей при выполнении функциональных проб

№ серии	Серия опытов	Кол-во опытов	Кол-во измерений	АРГ (мОм)	
				$\bar{x} \pm S_x$	P
1	Горизонтальное положение в покое (контрольная группа)	24	3 381	$47,3 \pm 1,1$	
2	Горизонтальное положение в покое (обследуемая группа)	30	4 508	$38,4 \pm 1,2$	<0,001**
3	Ортостатическая проба (контрольная группа)	12	5 117	$28,5 \pm 1,5$	<0,001* <0,001**
4	Ортостатическая проба (обследуемая группа)	15	5 719	$29,7 \pm 1,6$	<0,001* >0,05**
5	Клиностатическая проба (контрольная группа)	12	3 561	$48,1 \pm 1,3$	>0,05*
6	Клиностатическая проба (обследуемая группа)	15	4 114	$39,9 \pm 1,4$	>0,05* <0,001**
7	Положение головой вниз (контрольная группа)	12	812	$79,4 \pm 1,6$	<0,001*
8	Положение головой вниз (обследуемая группа)	15	985	$56,7 \pm 1,7$	<0,001* <0,001**

Примечание – * – различия по отношению к покою; ** – различия по отношению к аналогичной серии контрольной группы.

Функциональная ортостатическая проба вызвала еще большее сужение кровеносных сосудов, о чем свидетельствовало достоверное уменьшение АРГ. У девушек контрольной группы с 3-й минуты нахождения в вертикальном положении среднее значение АРГ снижалось на 39,7 % (таблица 4, серия 3), а в обследуемой группе – на 22,7 % (таблица 4, серия 4). Следует отметить, что в результате такой вазоконстрикции кровенаполнение крупных сосудов нижних конечностей становилось примерно одинаковым у студенток обеих групп, на что указывало отсутствие при данной пробе существенных различий ($P > 0,05$) между показателями АРГ в контрольной и обследуемой группах. Также можно предположить, что величина наблюдаемой сосудодвигательной реакции при малом исходном диаметре сосудов вполне достаточна для уменьшения гравитационного оттока крови от сердца при вертикальном положении тела.

Выполнение клиностатической пробы приводило к достаточно быстрому увеличению средних значений АРГ, которые уже на второй минуте пробы достоверно не отличались от наблюдавшихся в состоянии покоя как в контрольной, так и в обследуемой группах (таблица 4, серии 5, 6).

Вазомоторная реакция магистральных сосудов голени на перевод студенток в положение вниз головой оказалась одинаково направленной у студенток обеих групп. Так, в контрольной группе выполнение данной функциональной пробы вызывало увеличение значений АРГ по сравнению с уровнем покоя на 67,9 % (таблица 4, серия 7). Вместе с тем, фактические значения АРГ ($79,4 \pm 1,6$ мОм) только приближались к нижнему пределу нормы, характерной для горизонтального положения. Это дает основание считать, что крупные кровеносные сосуды при положении тела вниз головой почти не участвуют в антигравитационном компенсаторном перераспределении крови.

Такая же картина наблюдалась у студенток обследуемой группы. В положении вниз головой значения АРГ увеличивались по сравнению с уровнем покоя на 47,7 % (таблица 4, серия 8) и становились равными $56,7 \pm 1,7$ мОм. Однако, согласно [9], такие по-

казатели АРГ наблюдаются при повышенном тоне и констрикторном состоянии крупных кровеносных сосудов нижних конечностей. Принимая во внимание, что у многих девушек, имевших в покое повышенный тонус кровеносных сосудов голени, в положении вниз головой не происходило увеличение амплитуды револны пальца (таблица 2, серия 8), можно сделать вывод о недостаточном участии кровеносных сосудов нижних конечностей в компенсаторных антигравитационных вазомоторных реакциях. В результате при этой пробе у студенток обследуемой группы наблюдались резкие скачки систолического артериального давления.

После перевода обследуемой студентки из вертикального в горизонтальное положение сначала наблюдалось небольшое и кратковременное увеличение АРП и АРГ выше уровня покоя, а затем происходило восстановление этих показателей до первоначальных значений.

Заключение

Таким образом, на основании результатов, полученных при исследовании функционального состояния магистральных кровеносных сосудов нижних конечностей с использованием различных функциональных проб, можно заключить, что у девушек, много лет проживавших на местности, загрязненной радионуклидами, чаще, чем в контрольной группе, обнаруживаются отклонения от нормы тонуа этих сосудов. Поэтому в обследуемой группе часто выявлялась недостаточность компенсаторных вазомоторных реакций сосудов голени, направленных на уменьшение гравитационного перемещения крови в сосудистом русле при изменении положения тела в пространстве.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гофман, Дж. Чернобыльская авария: радиационные последствия для настоящего и будущего поколений / Дж. Гофман. – Минск : Высш. шк., 2014. – 574 с.
2. Структурно-функциональные эффекты инкорпорированных в организм радионуклидов / Ю. И. Бандажевский [и др.]. – Гомель : ГГМУ, 2017. – 156 с.
3. Характеристика периферической гемодинамики у детей, подвергшихся комбинированному радиационно-химическому воздействию / А. Н. Аринчин [и др.] // Десять лет после Чернобыльской катастрофы (научные аспекты проблемы) : тез. докл. междунар. науч. конф. / М-во здравоохранения Респ. Беларусь ; Науч.-исслед. клинич. ин-т радиац. медицины и экологии. – Минск, 1996. – С. 14.
4. Проблемы заболеваемости эвакуированного населения Беларуси / С. И. Антипова [и др.] // Десять лет после Чернобыльской катастрофы (научные аспекты проблемы) : тез. докл. междунар. науч. конф. / М-во здравоохранения Респ. Беларусь ; Науч.-исслед. клинич. ин-т радиац. медицины и экологии. – Минск, 1996. – С. 12.
5. Лобанок, Л. М. Модификация механизмов нейрогуморальной регуляции сердечно-сосудистой системы под воздействием низкоинтенсивных ионизирующих излучений / Л. М. Лобанок // X съезд Белорус. о-ва физиологов, Минск, 3–4 сент. 2001 г. : тез. докл. / НАН Беларуси ; М-во образования Респ. Беларусь ; редкол.: В. Н. Калюнов [и др.]. – Минск : Бизнесофсет, 2011. – С. 92–93.
6. Баевский, Р. М. Ритмы сердца у спортсменов / Р. Е. Мотылянская, Р. М. Баевский. – М., 2016. – 143 с.
7. Соловьева, Н. Г. Эффекты острого и пролонгированного гамма-облучения в малых дозах на функциональные характеристики кровеносных сосудов неполовозрелых крыс / Н. Г. Соловьева // Фундаментальные и прикладные аспекты радиобиологии: биологические эффекты малых доз радиации и радиоактивное загрязнение среды : тез. докл.

международ. науч. конф., Минск, 23–24 апр. 2018 г. / Ин-т радиобиологии НАН Беларуси ; редкол.: Е. Ф. Конопля [и др.]. – Минск, 2018. – С. 231.

8. Астахов, А. А. Многофункциональный импедансный мониторинг сердечно-сосудистой системы и легких / А. А. Астахов. – Челябинск, 1989. – 18 с.

9. Виноградова, Т. С. Инструментальные методы исследования сердечно-сосудистой системы / Т. С. Виноградова. – М. : Медицина, 1986. – 416 с.

REFERENCES

1. Gofman, Dzh. Chiernobyl'skaja avarija: radiacionnyje posledstvija dlja nastojashchiego i budushchego pokolienij / Dzh. Gofman. – Minsk : Vyssh. shk., 2014. – 574 s.

2. Strukturno-funkcional'nyje effiektory inkorporirovannykh v organizm radionuklidov / Yu. I. Bandazhevskij [i dr.]. – Gomel' : GGMU, 2017. – 156 s.

3. Kharakteristika pierifierichieskoj giemodinamiki u dietiej, podviergshixsia kombinirovannomu radiacionno-khimichieskomu vozdeystviyu / A. N. Arinchin [i dr.] // Desiat' liet poslie Chiernobyl'skoj katastrofy (nauchnyje aspiekty problimy) : tez. dokl. miezhdunar. nauch. konf. / M-vo zdavookhranienija Riesz. Bielarus' ; Nauch.-isslied. klinich. in-t radiac. miediciny i ekologii. – Minsk, 1996. – S. 14.

4. Problemy zabolievajemosti evakuirovannogo naselienija Bielarusi / S. I. Antipova [i dr.] // Desiat' liet poslie Chiernobyl'skoj katastrofy (nauchnyje aspiekty problimy) : tez. dokl. miezhdunar. nauch. konf. / M-vo zdavookhranienija Riesz. Bielarus' ; Nauch.-isslied. klinich. in-t radiac. miediciny i ekologii. – Minsk, 1996. – S. 12.

5. Lobanok, L. M. Modifikacija miekhanizmov nejrogumoral'noj rieguliacii sierdiechno-sosudistoj sistiemy pod vozdeystviem nizkointensivnykh ionizirujushchikh izluchienij / L. M. Lobanok // X sjezd Bielorus. o-va fiziologov, Minsk, 3–4 sient. 2001 g. : tez. dokl. / NAN Bielarusi ; M-vo obrazovanija Riesz. Bielarus' ; riedkol.: V. N. Kaliunov [i dr.]. – Minsk : Biznesofset, 2011. – S. 92–93.

6. Bajevskij, R. M. Ritmy sierdca u sportsmienov / R. M. Bajevskij. R. Ye. Motylian-skaja, – M., 2016. – 143 s.

7. Solov'jova, N. G. Effiektory ostrogo i prolongirovannogo gamma-obluchienija v malykh dozakh na funkcional'nyje kharakteristiki krovienosnykh sosudov niepolovozrielykh krysz / N. G. Solov'jeva // Fundamental'nyje i prikladnyje aspiekty radiobiologii: biologichieskije effiektory malykh doz radiacii i radioaktivnoje zagriaznienije sriedy : tez. dokl. miezhdunar. nauch. konf., Minsk, 23–24 apr. 2018 g. / In-t radiobiologii NAN Bielarusi ; riedkol.: Ye. F. Konoplia [i dr.]. – Minsk, 2018. – S. 231.

8. Astakhov, A. A. Mnogofunkcional'nyj impiedansnyj monitoring sierdiechno-sosudistoj sistiemy i liogkikh / A. A. Astakhov. – Cheliabinsk, 1989. – 18 s.

9. Vinogradova, T. S. Instrumentalnyje mietody issliedovanija sierdiechno-sosudistoj sistiemy / T. S. Vinogradova. – M. : Miedicina, 1986. – 416 s.

Рукапіс наступіў у рэдакцыю 18.11.2021