



УДК 612.014

Н.К. Саваневский, Г.Е. Хомич, Л.А. Левыкина

**ПОСТУРАЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ
КРОВЕНОСНЫХ СОСУДОВ У ДЕВУШЕК,
ДОЛГО ПРОЖИВАВШИХ В РАЙОНАХ
РАДИОНУКЛИДНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ**

Импедансометрическим методом установлено, что у девушек, много лет проживавших в районах радионуклидного загрязнения, хуже осуществляются вазомоторные реакции мелких и крупных кровеносных сосудов ног, препятствующие гравитационному перемещению крови при вертикальном положении и положении вниз головой тела человека.

Накопленный многими исследователями [1; 2; 3] фактический материал дает основание считать, что патологические, вызванные радиоактивным облучением изменения в кровеносной системе происходят на клеточном уровне и связаны с нарушением взаимодействия регуляторных механизмов. Это в свою очередь приводит к ухудшению гемодинамических параметров кровоснабжения, которое начинается с микрососудистого русла.

Радионуклиды, накапливаясь в тканях, влияют на эластичность стенок периферических кровеносных сосудов [1], что отражается на гемодинамических показателях сердечно-сосудистой системы. Применение дозированных физических нагрузок позволяет более детально анализировать состояние сердца и сосудов у людей, подвергавшихся и не подвергавшихся хроническому воздействию низкоинтенсивного радиоактивного облучения.

Наиболее частым изменением положения тела человека в пространстве является переход из горизонтального положения в вертикальное и обратно. В предупреждении гравитационного шока важнейшая роль принадлежит компенсаторным реакциям кровеносных сосудов, препятствующим гравитационному перемещению крови в кровяном русле, или так называемым постуральным реакциям [4; 5]. При переходе тела человека из вертикального положения в горизонтальное увеличиваются систолический и минутный объемы крови, уменьшаются частота пульса и кровяное давление [6]. При изменении положения из горизонтального в вертикальное под влиянием гравитации возникает депонирование крови в сосудах нижней половины тела, величина которого зависит от тонуса кровеносных сосудов нижних конечностей. Чем ниже тонус венозных стенок и чем менее энергично кровь присасывается к сердцу, тем меньшим является венозный возврат крови к сердцу [5; 6; 7]. Поскольку низкоинтенсивное радиоактивное облучение отражается на состоянии стенок кровеносных сосудов [1], то следует ожидать его влияния на сосудодвигательные реакции, компенсирующие гравитационные перемещения крови при переходе человека из горизонтального положения в вертикальное и обратно.

Целью нашей работы явилось исследование постуральных реакций периферических кровеносных сосудов при изменении положения тела у молодых людей, много лет проживавших и не проживавших на местности с повышенным радиоактивным фоном.

Обследуемую группу составили девушки, которые более 15 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 со-



ставили девушки, не проживавшие и не находившиеся в зоне радиоактивного контроля. Девушки на момент обследования не имели жалоб на состояние сердечно-сосудистой системы, не имели хронических заболеваний и были в возрасте 17–19 лет.

По методике А.А. Астахова [8] на многофункциональном мониторе кровенаполнения и диагностики сердечно-сосудистой системы «Кентавр-1» с каждым ударом пульса обследуемой студентки одновременно регистрировались следующие показатели: частота сердечных сокращений; систолическое артериальное давление; амплитуда револны пальца ноги (АРП); амплитуда револны голени (АРГ).

Обследуемая девушка во время эксперимента помещалась на электродное одеяло, закрепленное на поворотном столе, крышка которого могла поворачиваться на 90° вверх и вниз от горизонтальной плоскости. Электрическое сопротивление, или импеданс, тканей между электродами измерялось с помощью реографа Р4-02. С реографа сигналы поступали в монитор кровенаполнения «Кентавр-1», где производилась их компьютерная обработка.

Функциональными нагрузками для обследуемых девушек являлись: 1) ортостатическая проба с нахождением в вертикальном положении 10 минут; 2) клиностатическая проба с нахождением в горизонтальном положении 10 минут; 3) нахождение тела девушки в положении вниз головой под углом 30° к горизонту в течение 1 минуты. Перевод тела обследуемой студентки в необходимое положение осуществлялось с помощью поворотного стола.

В соответствии с данными литературы [9; 10], о нормальном, чрезвычайно суженом (спазматическом) и очень сильно расслабленном состоянии микрососудов в организме человека можно судить по значениям АРП, а магистральных (крупных) кровеносных сосудов – по АРГ. При нормальном тоне и, соответственно, диаметре кровеносных сосудов у взрослого человека АРП составляет примерно 80–140 мОм, а АРГ – 80–120 мОм. При вазодилатации и гипотонии АРП равняется 150–300 мОм, АРГ – от 120 до 300 мОм. При умеренном сужении сосудов значения АРП и АРГ уменьшаются до 70–30 мОм, а при очень сильном сужении кровеносных сосудов величины АРП и АРГ падают ниже 30 мОм [10].

Наши исследования показали, что в горизонтальном положении в состоянии покоя как в контрольной, так и в обследуемой группе встречались девушки с нормальным, пониженным и высоким тонусом мелких и крупных кровеносных сосудов ног. Однако у девушек, много лет проживавших на местности, загрязненной радионуклидами, достоверно реже, чем у девушек, не находившихся в районах с повышенным радиоактивным фоном, наблюдался нормальный тонус микро- и макрососудов нижних конечностей.

Проведенный дифференцированный анализ показателей АРП и АРГ у девушек обследуемой и контрольной групп, имевших нормальный тонус кровеносных сосудов, выявил достоверные различия в их средних значениях как в состоянии покоя, так и при выполнении функциональных проб (таблица 1).

Так, в состоянии покоя в горизонтальном положении среднее значение АРП у студенток контрольной группы равнялось $104,7 \pm 0,9$ мОм, а АРГ – $115,6 \pm 0,9$ мОм. У девушек, более 15 лет проживавших на местности с повышенным радиоактивным фоном, показатели АРП и АРГ были достоверно ниже и составляли соответственно $96,8 \pm 1,2$ мОм и $106,9 \pm 1,1$ мОм. Перевод студентов с помощью поворотного стола в вертикальное положение, т. е. пассивное выполнение ортостатической пробы, приводил к существенному сужению кровеносных сосудов нижних конечностей, о чем свидетельствовало значительное снижение АРП и АРГ (таблица 1, серии 3, 4).



Таблица 1 – Амплитуда АРП и АРГ при выполнении функциональных проб девушками, имевшими нормальный тонус микро- и макрососудов ног

№ серии	Серия опытов	АРП (мОм)		АРГ (мОм)	
		$\bar{x} \pm S\bar{x}$	P	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	P
1	Горизонтальное положение в покое (контрольная группа)	104,7±0,9		115,6±0,9	
2	Горизонтальное положение в покое (обследуемая группа)	96,8±1,6	< 0,001**	106,9±1,1	< 0,01**
3	Ортостатическая проба (контрольная группа)	25,6±1,3	< 0,001*	42,3±1,2	< 0,001*
4	Ортостатическая проба (обследуемая группа)	43,5±1,7	< 0,001* < 0,001**	53,7±1,4	< 0,001* < 0,001**
5	Клиностатическая проба (контрольная группа)	102,4±1,2	> 0,05*	109,7±1,1	< 0,01*
6	Клиностатическая проба (обследуемая группа)	107,3±1,8	< 0,001* < 0,001**	98,8±1,2	< 0,001* < 0,001**
7	Положение вниз головой (контрольная группа)	179,6±1,7	< 0,001*	164,3±1,6	< 0,001*
8	Положение вниз головой (обследуемая группа)	131,2±2,1	< 0,001* < 0,001**	151,2±1,8	< 0,001* < 0,001**

Примечание – различия по отношению к покою обозначены одной звездочкой, по отношению к аналогичной серии контрольной группы – двумя звездочками

Известно, что активные ортостатические реакции организма обусловлены депонированием крови в емкостных сосудах нижней половины тела под влиянием гравитации. При этом снижается венозный возврат крови и уменьшается ударный объем сердца до 30%. Однако у здорового человека при переходе в вертикальное положение осуществляются компенсаторные реакции, способствующие поддержанию оптимального уровня кровообращения. Происходит увеличение частоты сердечных сокращений, повышение активности симпатической нервной системы, сужение артериальных и венозных сосудов [6; 7].

Выраженность этих компенсаторных реакций может являться показателем функционального состояния сердечно-сосудистой системы и ее устойчивости к действию неблагоприятных факторов. Было установлено, что выполнение ортостатической пробы вызывало уменьшение АРП в контрольной группе на 75,5%, а в обследуемой группе – на 55,1%. В итоге значения АРП у девушек обследуемой группы, начиная с 4-й минуты нахождения в вертикальном положении и до окончания 10-минутной ортостатической пробы, в среднем равнялись 43,5±1,7 мОм. Значения АРГ, начиная с 3-й минуты нахождения в вертикальном положении и до окончания 10-минутной ортостатической пробы, в контрольной группе снижались на 63,4% и становились равными 42,3±1,2 мОм. У девушек обследуемой группы уменьшение АРГ было менее выражено, чем в контрольной группе. По сравнению с горизонтальным положением АРГ снизилась на 49,8% и составила 53,7±1,4 мОм (таблица 1, серии 3, 4).



У испытуемых контрольной группы на 3–10-й минутах нахождения в вертикальном положении среднее значение АРП оказалось равным $25,6 \pm 1,3$ мОм, что соответствует значительной вазоконстрикции. На наш взгляд, такая компенсаторная сосудодвигательная реакция на ортостатическую пробу у девушек, не находившихся в районах с повышенным радиоактивным фоном, является более адекватной, чем у испытуемых, более 15 лет проживавших в зоне радионуклидного загрязнения. Сильное сужение сосудов нижних конечностей, во-первых, не дает условий для большого оттока крови от сердца в нижнюю половину тела по артериальным сосудам, а во-вторых, способствует скорейшему венозному возврату крови. Это создает более благоприятные условия как для сердечной деятельности, так и для кровоснабжения головного мозга. Устраняется опасность гравитационного шока, достаточно часто наблюдаемого при резком ухудшении кислородного обеспечения нервных центров в результате быстрого перехода тела человека из горизонтального в вертикальное положение [5; 6].

Достаточно высокие величины АРП и АРГ у девушек обследуемой группы при выполнении ортостатической пробы свидетельствуют о достаточно широком просвете кровеносных сосудов нижних конечностей и депонировании в них значительного объема крови. Это может приводить к уменьшению венозного возврата крови к сердцу и недостаточности кровообращения в верхней половине тела. Предотвращение таких явлений в данных условиях возможно при усилении сердечной деятельности и возрастании нагрузки на миокард. Можно с большой уверенностью предполагать, что сосудодвигательные рефлексy, компенсирующие гравитационное перемещение крови по кровеносным сосудам ног, слабее осуществляются у девушек, долго проживавших в районах радиационного загрязнения.

После 10-минутного нахождения в вертикальном положении девушек переводили в горизонтальное положение, т. е. они пассивно выполняли клиностатическую пробу. Было обнаружено, что выполнение клиностатической пробы приводило к значительному повышению, по сравнению с ортоположением значений АРП, которые начинали приближаться к уровню покоя в контрольной группе на 2-й минуте, а в обследуемой группе – на 3-й минуте. Так, на 2-й минуте клиностатической пробы среднее значение АРП у девушек, не находившихся на радиационно загрязненной территории, равнялось $102,4 \pm 1,2$ мОм (таблица 1, серия 5), что достоверно не отличалось от уровня покоя. В это же время у девушек, много лет проживавших в зоне радиационного контроля, процесс поступательного возвращения тонуса мелких кровеносных сосудов к норме еще продолжался, показатели АРП были существенно выше (таблица 1, серия 6), чем в состоянии покоя. Более медленное восстановление просвета микрососудов нижних конечностей к фоновому уровню при выполнении клиностатической пробы в обследуемой группе, по сравнению с контролем, по-видимому, обусловлено некоторым ослаблением механизмов регуляции сосудистого тонуса.

При выполнении клиностатической пробы также происходило значительное увеличение показателей АРГ по сравнению с наблюдавшимися при ортостатической пробе. Так, на 2-й минуте клиностатической пробы среднее значение АРГ у девушек контрольной группы равнялось $109,7 \pm 1,1$ мОм (таблица 1, серия 5), что все еще было на 5,1% ниже, чем в состоянии покоя, т. е. до выполнения функциональных проб.

У студенток, долго проживавших в районах с повышенным радиоактивным фоном, выполнение клиностатической пробы также, как и в контрольной группе, вызывало увеличение показателей АРГ по сравнению с регистрировавшимися в вертикальном положении. Однако на 2-й минуте нахождения в клиноположении значения АРГ



были на 7,6% ниже, чем до выполнения функциональных проб и составляли $98,8 \pm 1,2$ мОм (таблица 1, серия 6),

Перевод тела человека в положение головой вниз создает условия, при которых гравитационные возбуждения на гемодинамику во многом противоположны наблюдениям при ортостатической пробе. Отмечается увеличение ударного объема крови и замедление частоты сердечных сокращений [6]. Увеличивается венозный возврат к сердцу от нижних конечностей и органов брюшной полости, а также облегчается приток артериальной крови к головной части тела. Данное обстоятельство требует включения соответствующих компенсаторных, в том числе и сосудодвигательных, механизмов с целью нормализации гемодинамики в этих условиях.

Исследования показали, что у девушек, имевших в состоянии покоя нормальный тонус мелких кровеносных сосудов нижних конечностей, как в контрольной, так и в обследуемой группах перевод тела в положение головой вниз под углом 30° к горизонту вызывал достоверное снижение тонуса и вазодилатацию мелких и магистральных кровеносных сосудов нижних конечностей. Это проявлялось в увеличении значений АРП по сравнению с уровнем покоя в контрольной группе до $179,6 \pm 1,7$ мОм (на 77,3%), а в обследуемой группе – до $131,2 \pm 2,1$ мОм (на 54,7%). Значения АРГ в контрольной группе выросли по сравнению с горизонтальным положением в покое на 42,1%, а в обследуемой группе – на 41,4% (таблица 1, серии 7, 8).

Полученные результаты позволяют предположить, что у девушек, более 15 лет проживавших в районах радионуклидного загрязнения, вклад микрососудов нижних конечностей в депонирование крови, препятствующее гравитационному перемещению крови в кровеносном русле, является менее адекватным, чем у испытуемых, не находившихся на местности с повышенным радиоактивным фоном. Сравнение показателей АРГ в покое и при выполнении функциональных проб у девушек контрольной и обследуемой групп, имевших фоновый нормальный тонус магистральных кровеносных сосудов ног, дает основание сделать следующее предположение. У девушек, много лет проживавших на местности, загрязненной радионуклидами, в состоянии покоя кровеносные сосуды голени имеют более высокий тонус, чем в контрольной группе ($p < 0,001$). Констрикторная и дилататорная способность этих сосудов менее выражена по сравнению с контролем, что проявляется в более высоких значениях АРГ при выполнении ортостатической пробы и в более низких величинах АРГ при выполнении клиностатической пробы и пробы с принятием положения тела вниз головой под углом 30° к горизонту. Также есть основания предполагать, что при изменении положения тела человека в пространстве наиболее адекватно регуляция кровообращения осуществляется при фоновом нормальном тонусе кровеносных сосудов нижних конечностей.

Во второй серии экспериментов исследовались особенности сосудодвигательных реакций у испытуемых, имевших в горизонтальном положении в покое пониженный тонус мелких кровеносных сосудов нижних конечностей. В таблице 2 представлены средние значения АРП и АРГ в покое и при изменении положения тела в пространстве у девушек, проживавших и не проживавших в районах радионуклидного загрязнения.

Было установлено, что в состоянии покоя в горизонтальном положении у девушек контрольной группы АРП равнялась $178,5 \pm 1,3$ мОм, АРГ – $129,3 \pm 1,5$ мОм (таблица 2, серия 1). У испытуемых обследуемой группы значения АРП и АРГ были достоверно выше и составляли, соответственно, $197,9 \pm 1,2$ и $137,1 \pm 1,3$ мОм (таблица 2, серия 2), что свидетельствует о более выраженной по сравнению с контрольной группой вазодилатации сосудистого русла нижних конечностей.



Выполнение ортостатической пробы приводило к констрикторным компенсаторным реакциям мелких и магистральных кровеносных сосудов ног у девушек обеих групп (таблица 2, серии 3, 4). Вместе с тем антигравитационные сосудосуживающие рефлекс лучше осуществлялись у испытуемых, не находившихся на местности с повышенным радиоактивным фоном, что проявлялось в изменениях средних значений АРП. Так, в контрольной группе перевод девушек в вертикальное положение вызывал 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. Это свидетельствует о переходе мелких кровеносных сосудов из гипотонического состояния сначала в нормотоническое, а затем, начиная с 3-й минуты выполнения пробы, в состояние, пограничное с гипертензивным.

Аналогичная реакция, судя по сдвигам показателей АРГ, наблюдалась также со стороны крупных кровеносных сосудов ног. Было обнаружено, что в контрольной группе АРГ снизилась на 64,1%, в результате чего начиная с 3-й минуты нахождения девушек в вертикальном положении средняя величина АРГ становилась равной $46,4 \pm 1,6$ мОм (таблица 2, серия 3). Это свидетельствует о сужении магистральных сосудов сначала до нормального их диаметра, а затем к 3-й минуте выполнения ортостатической пробы до состояния повышенного тонуса.

На основании результатов параллельного измерения частоты сердечных сокращений и систолического артериального давления можно предположить о наличии почти удовлетворительной компенсаторной антигравитационной реакции со стороны микро- и макрососудов ног у девушек контрольной группы на ортостатическую пробу.

Таблица 2 – АРП и АРГ у девушек, имевших пониженный тонус кровеносных сосудов нижних конечностей, при выполнении функциональных проб

№ серии	Серия опытов	АРП (мОм)		АРГ (мОм)	
		$\bar{x} \pm S\bar{x}$	P	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	P
1	Горизонтальное положение в покое (контрольная группа)	$178,5 \pm 1,3$		$129,3 \pm 1,5$	
2	Горизонтальное положение в покое (обследуемая группа)	$197,9 \pm 1,2$	< 0,001**	$137,1 \pm 1,3$	< 0,001**
3	Ортостатическая проба (контрольная группа)	$53,4 \pm 1,5$	< 0,001*	$46,4 \pm 1,6$	< 0,001*
4	Ортостатическая проба (обследуемая группа)	$96,1 \pm 1,7$	< 0,001* < 0,001**	$61,3 \pm 1,5$	< 0,001* < 0,001**
5	Клиностатическая проба (контрольная группа)	$176,7 \pm 2,0$	> 0,05*	$131,6 \pm 1,9$	> 0,05*
6	Клиностатическая проба (обследуемая группа)	$167,9 \pm 2,3$	< 0,001* < 0,01**	$141,5 \pm 1,6$	< 0,05* < 0,001**
7	Положение головы вниз (контрольная группа)	$162,5 \pm 1,7$	< 0,001*	$191,0 \pm 2,1$	< 0,001*
8	Положение головы вниз (обследуемая группа)	$99,2 \pm 2,8$	< 0,001* < 0,001**	$163,9 \pm 2,2$	< 0,001* < 0,001**

Примечание – различия по отношению к покою обозначены одной звездочкой, по отношению к аналогичной серии контрольной группы – двумя звездочками



В обследуемой группе переход в вертикальное положение вызывал у девушек снижение АРП на 61,4%, значения которой на 4–10 минутах нахождения в ортоположении становились равными $96,1 \pm 1,7$ мОм. Одновременно происходило снижение АРГ на 55,3%, величина которой на 3–10 минутах нахождения в вертикальном положении уменьшалась до $61,3 \pm 1,5$ мОм (таблица 2, серия 4). Однако в данном случае, судя по значениям АРП и АРГ, просвет мелких и крупных сосудов ног оставался значительным, и при выполнении ортостатической пробы в кровяном русле происходил застой крови, вызванный гравитационным воздействием. В результате резко падало систолическое артериальное давление в верхней половине тела, что дает основание считать неудовлетворительной компенсаторную антигравитационную вазоконстрикторную реакцию у девушек, много лет проживавших в зоне радиационного загрязнения.

После 10-минутного нахождения в вертикальном положении испытуемые выполняли клиностатическую пробу. Было обнаружено, что выполнение данной нагрузки приводило к значительному повышению, по сравнению с ортоположением, показателей АРП и АРГ, которые начинали приближаться к уровню покоя к началу 2-й минуты, а в обследуемой группе – к началу 3-й минуты пробы. На 2-й минуте после перехода в горизонтальное положение АРП и АРГ у девушек, не находившихся в зоне радионуклидного загрязнения, уже достоверно не отличались от уровня покоя (таблица 2, серия 5). У девушек, более 15 лет проживавших на местности с повышенным радиоактивным фоном, на 2-й минуте выполнения клиностатической пробы показатели АРП и АРГ были еще достоверно выше (таблица 2, серия 6), чем до выполнения функциональных проб. Восстановление к исходным показателям происходило к концу 3-й минуты.

После возвращения показателей АРП и АРГ до уровня покоя и 5-минутного отдыха девушек переводили в положение вниз головой под углом 30° к горизонту. Исследования показали, что у испытуемых, имевших в состоянии покоя пониженный тонус мелких кровеносных сосудов нижних конечностей, данная функциональная проба вызывала сдвиги АРП (таблица 2, серии 7, 8), противоположные наблюдавшимся у девушек с нормальным тонусом микрососудов (таблица 1, серии 7, 8).

Так, в контрольной группе на протяжении 1-минутного нахождения студенток в положении головой вниз наблюдалось снижение величины АРП на 9,0% ($p < 0,001$). По фактическим значениям уменьшение АРП было не очень большим, с $178,5 \pm 1,3$ мОм в состоянии покоя до $162,5 \pm 1,7$ мОм в положении головой вниз, что, по-видимому, в данном случае не является показателем значительного сужения микрососудистого русла. Однако главным, на наш взгляд, здесь является тот факт, что на фоне исходного гипотонического состояния мелких кровеносных сосудов нижних конечностей подавляются их способности к дальнейшему расширению и депонированию крови. Поэтому при нахождении в положении головой вниз микрососуды ног не только не участвуют в компенсаторном депонировании крови, препятствующем ее гравитационному венозному оттоку к сердцу, но и в связи с уменьшением в них крови подвергаются вазоконстрикции, что проявляется в снижении по сравнению с уровнем покоя значений АРП (таблица 2, серия 7).

Аналогичная, только более выраженная реакция наблюдалась у студенток обследуемой группы. Было обнаружено, что при нахождении в положении головой вниз под углом 30° к горизонту среднее значение АРП уменьшалось на 49,9%, т. е. с $197,9 \pm 1,2$ мОм в состоянии покоя до $99,2 \pm 2,8$ мОм в положении головой вниз (таблица 2, серия 8). Это свидетельствует, во-первых, о значительном уменьшении количества крови в мелких кровеносных сосудах ног и, во-вторых, об отсутствии компенсаторных



сосудодвигательных реакций микрососудов, направленных на предотвращение гравитационного оттока крови от нижних конечностей к верхней половине тела.

Противоположная по сравнению с микрососудами оказалась постуральная реакция магистральных сосудов ног у девушек в положении вниз головой, на что указывали сдвиги значений АРГ. Исследования показали, что при данной нагрузке у испытуемых обеих групп происходит увеличение диаметра и кровенаполнения магистральных сосудов голени, проявляющееся в значительном возрастании значений АРГ. Так, в контрольной группе наблюдалось увеличение величины АРГ на 47,7%, или на 61,7 мОм (таблица 2, серия 7). Это свидетельствовало о значительном депонировании крови в магистральных сосудах ног, что, по-видимому, является вполне адекватной антигравитационной компенсаторной реакцией, препятствующей чрезмерному притоку крови к сердцу и краниальной части тела, находившейся в условиях данной пробы ниже уровня горизонта.

У девушек обследуемой группы в положении вниз головой так же, как и в контрольной группе, происходило увеличение диаметра кровеносных сосудов голени. Об этом свидетельствовало повышение значений АРГ на 19,5%, или на 26,8 мОм (таблица 2, серия 8). Однако, на наш взгляд, такая небольшая вазодилатация магистральных сосудов голени недостаточна для предотвращения гравитационного притока крови к сердцу и головной части тела, тем более что одновременно наблюдалось значительное повышение тонуса микрососудов нижних конечностей.

Специфические результаты были получены при исследовании гемодинамики у девушек, имевших в горизонтальном положении в состоянии покоя высокий тонус кровеносных сосудов нижних конечностей. Согласно данным литературы [9; 10], о сильном уменьшении просвета и повышении тонуса микрососудов свидетельствует снижение показателей АРП и АРГ ниже 30 мОм.

В результате исследований было установлено, что в состоянии покоя в горизонтальном положении значения АРП достоверно не различались у девушек контрольной и обследуемой групп (таблица 3, серия 1, 2). Низкие амплитуды револны пальца ноги в обеих группах свидетельствуют о состоянии мелких кровеносных сосудов нижних конечностей, приближающемся к спазматическому. Что же касается АРГ, то ее величина в контрольной группе была достоверно выше, чем в обследуемой (таблица 3, серии 1, 2). Вместе с тем низкие значения АРГ в обеих группах указывают на выраженную вазоконстрикцию магистральных сосудов голени и на малое их участие в депонировании крови.

Выполнение ортостатической пробы вызывало еще большее сужение кровеносных сосудов ног у девушек обеих групп, что отражалось в достоверном уменьшении значений АРП и АРГ (таблица 3, серии 3, 4). В контрольной группе с 3-й минуты нахождения в вертикальном положении среднее значение АРГ снижалось на 39,7% (таблица 3, серия 3), а в обследуемой группе – на 22,7% (таблица 3, серия 4). Следует отметить, что в результате такой вазоконстрикции кровенаполнение макрососудов нижних конечностей становилось примерно одинаковым у студенток обеих групп, на что указывало отсутствие при данной пробе 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.

Учитывая то обстоятельство, что из-за выраженной вазоконстрикции депонирование крови в мелких кровеносных сосудах нижних конечностей в горизонтальном положении было незначительным, можно предположить, что даже такое небольшое суже-



ние кровяного русла препятствовало гравитационной задержке крови в микрососудах и уменьшению венозного возврата к сердцу при переходе в вертикальное положение.

Выполнение клиностатической пробы приводило к достаточно быстрому возрастанию средних значений АРП и АРГ, которые уже на 2-й минуте после перехода из вертикального в горизонтальное положение достоверно не отличались от уровня покоя как в контрольной, так и в обследуемой группах (таблица 3, серии 5, 6).

Своеобразной оказалась реакция микрососудистого русла ног в положении тела головой вниз под углом 30° к горизонту. У девушек из контрольной группы 60-секундное выполнение данной функциональной пробы вызывало увеличение значений АРП по сравнению с уровнем покоя на 17,6% (таблица 3, серия 7). Однако, судя по очень малым показателям АРП ($30,8 \pm 1,5$ мОм), мелкие кровеносные сосуды ног оставались в суженном состоянии, что значительно снижало их возможности к депонированию крови и воспрепятствованию гравитационного венозного притока к сердцу во время положения тела вниз головой. Что же касается студенток обследуемой группы, то у них переход тела в наклонное положение не вызывал достоверного изменения АРП (таблица 3, серия 8). Следовательно, микрососуды нижних конечностей совсем не принимали участия в компенсаторных реакциях перераспределения крови при выполнении указанной функциональной пробы, что усложняло функционирование других звеньев сердечно-сосудистой системы.

Таблица 3 – АРП и АРГ у девушек, имевших высокий тонус микро- и макрососудов нижних конечностей, при выполнении функциональных проб

№ серии	Серия опытов	АРП (мОм)		АРГ (мОм)	
		$\bar{x} \pm S \bar{x}$	P	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	P
1	Горизонтальное положение в покое (контрольная группа)	$26,2 \pm 0,9$		$47,3 \pm 1,1$	
2	Горизонтальное положение в покое (обследуемая группа)	$24,9 \pm 1,2$	$> 0,05^{**}$	$38,4 \pm 1,2$	$< 0,001^{**}$
3	Ортостатическая проба (контрольная группа)	$19,7 \pm 1,2$	$< 0,01^*$	$28,5 \pm 1,5$	$< 0,001^*$ $< 0,001^{**}$
4	Ортостатическая проба (обследуемая группа)	$20,2 \pm 1,3$	$< 0,05^*$ $> 0,05^{**}$	$29,7 \pm 1,6$	$< 0,001^*$ $> 0,05^{**}$
5	Клиностатическая проба (контрольная группа)	$28,9 \pm 1,4$	$> 0,05^*$	$48,1 \pm 1,3$	$> 0,05^*$
6	Клиностатическая проба (обследуемая группа)	$25,7 \pm 1,5$	$> 0,05^*$ $> 0,05^{**}$	$39,9 \pm 1,4$	$> 0,05^*$ $< 0,001^{**}$
7	Положение головой вниз (контрольная группа)	$30,8 \pm 1,5$	$< 0,05^*$	$79,4 \pm 1,6$	$< 0,001^*$
8	Положение головой вниз (обследуемая группа)	$26,3 \pm 1,6$	$> 0,05^*$ $< 0,05^{**}$	$56,7 \pm 1,7$	$< 0,001^*$ $< 0,001^{**}$

Примечание – различия по отношению к покою обозначены одной звездочкой, по отношению к аналогичной серии контрольной группы – двумя звездочками



Вазомоторная реакция магистральных сосудов голени на перевод девушек в положение вниз головой оказалась однонаправленной в обеих группах. Так, в контрольной группе выполнение данной функциональной пробы вызывало увеличение значений АРГ по сравнению с уровнем покоя на 67,9% (таблица 3, 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 мало участвуют в антигравитационном компенсаторном перераспределении крови.

Аналогичная картина наблюдалась у девушек обследуемой группы. В положении вниз головой значения АРГ увеличивались по сравнению с уровнем покоя на 47,7% (таблица 3, серия 8) и становились равными $56,7 \pm 1,7$ мОм. Однако, согласно данным литературы [9; 10], такие показатели 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 сосудов голени, в положении вниз головой не происходило увеличение АРГ, то можно сделать вывод о недостаточном участии кровеносных сосудов ног в компенсаторных антигравитационных вазомоторных реакциях.

Таким образом, на основании результатов, полученных при исследовании тонуса мелких и крупных кровеносных сосудов в покое и при выполнении функциональных проб, можно заключить, что у девушек, более 15 лет проживавших в районах радионуклидного загрязнения, достоверно чаще, чем в контроле, наблюдалась избыточная вазоконстрикция или вазодилатация кровеносного русла. В связи с этим у них в целом чаще обнаруживались неадекватные компенсаторные сосудодвигательные рефлексы, препятствующие гравитационному перемещению крови в сосудистом русле при изменении положения тела в пространстве.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аринчин, А.Н. Характеристика периферической гемодинамики у детей, подвергшихся комбинированному радиационно-химическому воздействию / А.Н. Аринчин, Н. Р. Короткая, О.М. Бортник // Десять лет после Чернобыльской катастрофы : тез. докл. междунар. науч. конф. – Минск, 1996. – С. 14.
2. Саваневский, Н.К. Влияние статической нагрузки на некоторые показатели сердечно-сосудистой системы у девушек, долго проживавших в районах радионуклидного загрязнения / Н.К. Саваневский, Г.Е. Хомич, Н.В. Гамшей // Веснік Брэсцкага унта. – 2003. – № 2. – С. 74–80.
3. Лобанок, Л.М. Модификация механизмов нейрогуморальной регуляции сердечно-сосудистой системы под воздействием низкоинтенсивных ионизирующих излучений / Л.М. Лобанок // Тез. докл. X съезда Белорусского об-ва физиологов. – Минск, 2001. – С. 92–93.
4. Осадчий, Л.И. Положение тела и регуляция кровообращения / Л.И. Осадчий. – Ленинград, 1982. – 144 с.
5. Осадчий, Л.И. Сосудистые факторы ортостатических реакций системной гемодинамики / Л.И. Осадчий, Т.В. Балужева, И.В. Сергеев // Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова. – 2003. – Т. 89. – № 3. – С. 339–346.
6. Карпман, В.Л. Динамика кровообращения у спортсменов / В.Л. Карпман, Б.Г. Любина. – М., 1982. – 217 с.



7. Баевский, Р.М. Ритмы сердца у спортсменов / Р.М. Баевский, Р.Е. Мотылянская. – М., 1986. – 143 с.
8. Астахов, А.А. Многофункциональный импедансный мониторинг сердечно-сосудистой системы и легких / А.А. Астахов. – Челябинск, 1989. – 18 с.
9. Астахов, А.А. Физиологические основы биоимпедансного мониторинга гемодинамики в анестезиологии (с помощью системы «Кентавр») / А. А. Астахов. – Челябинск, 1996. – Ч. 1, 2. – 330 с.
10. Виноградова, Т.С. Инструментальные методы исследования сердечно-сосудистой системы / Т.С. Виноградова. – М., 1986. – 416 с.

N.K. Savanevski, G.E. Khomich, L.A. Levikina. Posturalnye Reactions of Peripheral Blood Vessels for Girls, Long Living in the Districts of Radionuclide Contamination

Using the impedansometrical method it is stated that girls living for a long time in districts of radionuclide contamination have bad vasomotor reaction of large and small veins of leg blood, which prevents the gravitation migration at a vertical position of a man's head downwards.