

УДК 616.1-008.6-07:616.711-089](045)

DOI: <http://dx.doi.org/10.15674/0030-59872019125-30>

Динамика функциональных показателей сердечно-сосудистой системы у пациентов с вертеброгенной патологией при изменении положения тела

Н. В. Лизогуб, И. В. Котульский, Н. А. Москаленко, В. Н. Пищик

ГУ «Институт патологии позвоночника и суставов им. проф. М. И. Ситенко НАМН Украины», Харьков

Postural hemodynamic reactions are well-known but their dependency on anthropometrics is still not fully studied. A significant amount of surgeries are provided in prone position, so it is important for anesthesiologist to predict specific physiologic changes. Objectives: to study patterns of functional changes in cardiovascular system in patients with vertebrogenic pathology after turning from supine to prone position and the influence of age and body mass index on them. Material and methods: we examined 200 patients of 18–75 y. o.; 118 male and 82 female. In group I there were patients with body mass index ≤ 25 kg/m² and in group II – patients with body mass index > 25 kg/m². Hemodynamics were examined by thoracic rheography in supine position, in prone position 5 min after turning and in prone position 20 min after turning. Results: in patients of group II vs patients of group I we found significantly higher level of systolic BP in 5 min and 20 min after turning to prone position, and diastolic BP, mean BP and peripheral vascular resistance at all stages of study. Stroke volume index and cardiac index were significantly lower at all stages of studied patients of group II. After turning into prone position diastolic BP and peripheral vascular resistance increased by 15,2 % in all patients, but in patients with body mass index > 25 kg/m² it did not reverse to basal level. Cardiac index changed only in patients of group II. Stroke volume index decreased by 13,6 % in all patients, but in 20 min it became normal only in patients of group I and was low in patients of group II. Conclusions: compensatory reaction of cardiovascular system after turning to prone position depended on age and body mass index. Dependence on body mass index is more significant and anesthesiologist should be aware of these changes when planning anesthesia in prone position. Key words: body mass index, hemodynamics, prone position.

Постуральні зміни гемодинаміки добре відомі, проте їхню залежність від антропометричних показників вивчено недостатньо. Значну кількість хірургічних втручань виконують у положенні пацієнта лежачи на животі, тому для анестезіолога важливо передбачити фізіологічні особливості, пов'язані з цим. Мета: виявити закономірності функціональних змін серцево-судинної системи у хворих на вертеброгенну патологію внаслідок зміни положення тіла та впливу на них віку й індексу маси тіла (ІМТ). Методи: обстежено 200 осіб віком 18–75 років (118 чоловіків і 82 жінки). У групі I ІМТ був меншим або рівним 25 кг/м², у групі II перевищував 25 кг/м². Гемодинаміку досліджували за добу до хірургічного втручання методом грудної реографії в положенні на спині, через 5 і 20 хв після повороту на живіт. Результати: у пацієнтів групи II порівняно з групою I визначено значуще вищі показники систолічного артеріального тиску (АТ) через 5 і 20 хв після повороту на живіт, а діастолічного та середнього, а також питомого периферичного судинного опору — на всіх етапах дослідження. Ударний і серцевий індекси в осіб групи II були значно нижчими на всіх етапах дослідження. Унаслідок повороту людини зі спини на живіт діастолічний АТ і питомий периферичний судинний опір збільшувалися у всіх пацієнтів на 15,2 % і не поверталися через 20 хв до початкового рівня в пацієнтів із ІМТ > 25 кг/м². Серцевий індекс у результаті повороту зі спини на живіт суттєво знижувався лише в осіб групи II. Ударний індекс спадав значуще у всіх обстежуваних після повороту на живіт на 13,6 %, у пацієнтів групи I через 20 хв наближався до початкових показників, групи II — залишався зниженим. Висновки: компенсаторні можливості системи кровообігу, які проявляються внаслідок зміни положення тіла, залежать від віку й ІМТ, причому остання залежність вираженіша, що слід враховувати проводячи анестезію під час операцій, які передбачають переворот пацієнтів зі спини на живіт. Ключові слова: індекс маси тіла, гемодинаміка, положення на животі.

Ключевые слова: индекс массы тела, гемодинамика, положение на животе

Введение

Значительную часть хирургических вмешательств на позвоночнике выполняют в положении больного лежа на животе. Изменения гемодинамики в ответ на поворот пациента могут иметь разнонаправленный характер. Известны работы с выявленным значимым снижением минутного объема кровообращения [1, 2] и без изменения гемодинамики [3]. Противоречивость результатов можно объяснить значительной разнородностью обследуемых пациентов, коморбидной патологией, разновидностями положения на животе, которых известно на сегодня более десяти [4], и т. д. Еще одним важным фактором, влияющим на систему кровообращения, является использование лекарственных препаратов, поскольку большинство исследований проведено в условиях разных видов анестезии.

Известно, что избыточный вес является фактором риска развития различных, в том числе сердечно-сосудистых, осложнений в периоперационном периоде. Установлено, что ожирение приводит к концентрической гипертрофии левого желудочка сердца с сопутствующей рестриктивной диастолической дисфункцией, увеличением преднагрузки и объема левого предсердия [5]. Мы предположили, что данные изменения могут влиять на поструральные реакции гемодинамики.

Цель исследования: выявить закономерности функциональных изменений сердечно-сосудистой системы у пациентов с вертеброгенной патологией при изменении положения тела и влияние на них возраста и индекса массы тела.

Материал и методы

Исследование проведено на базе отдела функциональной диагностики и патофизиологии ГУ «ИППС им. проф. М. И. Ситенко НАМН» в 2015–2018 гг. Обследовано 200 пациентов 18–75 лет (118 мужчин и 82 женщины), которых готовили к плановому хирургическому вмешательству по поводу дегенеративно-дистрофических заболеваний поясничного отдела позвоночника. Критериями исключения были: болевой синдром более 4 баллов по визуальной аналоговой шкале (ВАШ), сердечная недостаточность по NYHA больше I, гипертоническая болезнь III стадии, анестезиологический риск по шкале ASA более 2. Пациентов по данным индекса массы тела (ИМТ) разделили на 2 группы: I — ИМТ ≤ 25 кг/м² и II — ИМТ > 25 кг/м². Гемодинамические показатели исследовались за сутки до предполагаемой операции с помощью рео-

графического комплекса ХАИ-МЕДИКА с применением грудной реографии по Кубичеку. Показатели исследовали тоекратно: в положении на спине (Т1), через 5 мин (Т2) и через 20 мин (Т3) после поворота на живот. Артериальное давление измеряли с помощью монитора Utas UM-300.

Материалы работы заслушаны и одобрены на заседании комитета по биоэтике при ГУ «ИППС им. проф. М. И. Ситенко НАМН» (протокол № 147 от 14.09.2015).

Статистический анализ. Полученные данные анализировали с помощью компьютерной программы IBM SPSS 9.0. Нормальное распределение выборок проверяли используя тест Колмогорова-Смирнова. Рассчитывали среднее значение и стандартное отклонение. Различия между группами показателей оценивали с помощью t-критерия Стьюдента. Для изучения связи показателей с антропометрическими данными использовался коэффициент корреляции Пирсона.

Результаты и их обсуждение

Динамика артериального давления при изменении положения тела у больных с разным ИМТ

При первом исследовании в положении на спине систолическое артериальное давление (АДс) у обследуемых группы I (ИМТ ≤ 25 кг/м²) (рис. 1) составило $(124,7 \pm 20,6)$ мм рт. ст. В дальнейшем этот показатель значимо не изменялся. Через 5 мин после переворота на живот он находился на уровне $(125,7 \pm 15,9)$ мм рт. ст., через 20 мин — $(123,3 \pm 14,4)$ мм рт. ст.

У обследуемых группы II (ИМТ > 25 кг/м²) АДс также в процессе исследования не изменялось, но было достоверно выше (кроме I-го этапа), чем у больных группы I, когда составило $(127,4 \pm 13,2)$ мм рт. ст. Через 5 мин после переворота на живот АДс повысилось до $(132,4 \pm 14,4)$ мм рт. ст., что больше ($p < 0,03$) показателей в группе I; через 20 мин — практически не изменилось — $(130,8 \pm 12,6)$ мм рт. ст., но также отличалось от значений, зафиксированных в группе I.

Диастолическое артериальное давление (АДд) у пациентов с разным ИМТ изначально достоверно различалось (рис. 2). В положении на спине у лиц группы I этот показатель находился на уровне $(77,3 \pm 10,0)$ мм рт. ст. Через 5 мин после переворота на живот он достоверно ($p < 0,05$) повысился до $(84,3 \pm 8,2)$ мм рт. ст., через 20 мин — немного снизился до $(80,3 \pm 5,8)$ мм рт. ст., т. е. почти вернулся к исходному уровню.

У больных группы II АДд на всех этапах было достоверно выше ($p < 0,03$) по сравнению с показателями группы I. В положении на спине его величина была равной ($85,0 \pm 7,6$) мм рт. ст., через 5 мин после переворота на живот значительно повысилась до ($90,6 \pm 10,6$) мм рт. ст. ($p < 0,03$), через 20 мин — не изменилась и по-прежнему оставалась выше исходной — ($90,4 \pm 10,6$) мм рт. ст.

Среднее артериальное давление (САД) также зависело от ИМТ (рис. 3). У больных группы I в положении на спине оно составляло ($93,1 \pm 12,8$) мм рт. ст., через 5 мин после переворота на живот повысилось до ($98,1 \pm 9,2$) мм рт. ст., через 20 мин — снизилось до ($94,7 \pm 6,2$) мм рт. ст. Различия между всеми значениями были незначительными.

У больных группы II в положении на спине САД составило ($99,1 \pm 8,7$) мм рт. ст., что достоверно выше ($p < 0,02$), чем в группе I. Через 5 мин после переворота на живот оно повысилось до ($104,5 \pm 11,5$) мм рт. ст. ($p = 0,07$ по сравнению с предыдущим этапом, $p < 0,01$ по сравнению с группой I), через 20 мин незначительно снизи-

лось до ($103,9 \pm 10,6$) мм рт. ст., что не отличалось от исходного уровня ($p > 0,09$).

Динамика показателей внутрисердечной и центральной гемодинамики при изменении положения тела у больных с разным ИМТ

В положении на спине у пациентов группы I ударный индекс (УИ) составлял ($41,0 \pm 5,4$) мл/м² (рис. 4), через 5 мин после переворота на живот значительно снизился до ($35,6 \pm 4,7$) мл/м² ($p < 0,02$), через 20 мин — несущественно повысился до ($37,3 \pm 5,3$) мл/м² и не отличался от исходного уровня.

У обследуемых группы II (ИМТ > 25 кг/м²) на первом этапе исследования УИ был достоверно ниже ($p < 0,001$), чем в группе I и составлял ($34,5 \pm 3,9$) мл/м². Через 5 мин после переворота он снизился до ($29,8 \pm 3,3$) мл/м² ($p < 0,03$), что также было меньше ($p < 0,001$), чем в группе I. а через 20 мин после переворота произошло незначительное повышение УИ до ($30,6 \pm 3,3$) мл/м², однако показатель не достиг исходного уровня ($p < 0,03$).

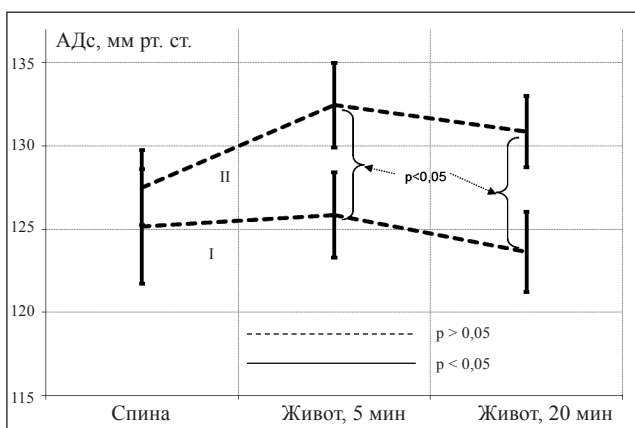


Рис. 1. Диаграмма изменений АДд при перемене положения тела пациентов с разным ИМТ

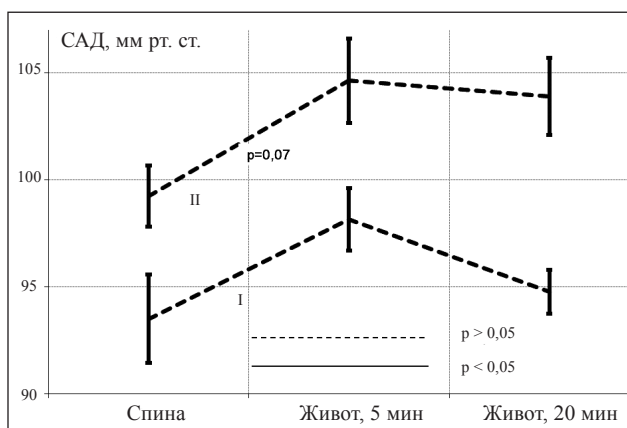


Рис. 3. Диаграмма изменений САД при перемене положения тела пациентов с разным ИМТ

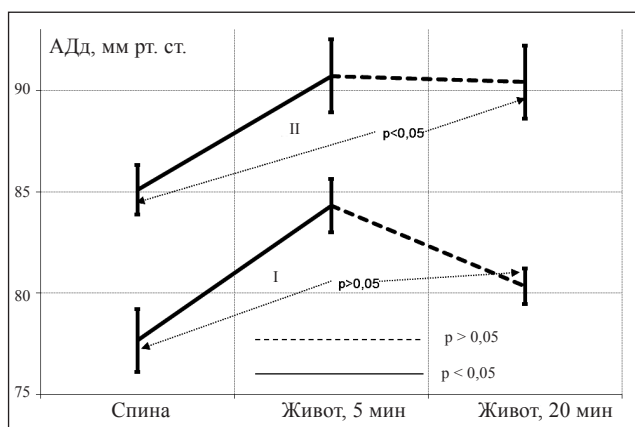


Рис. 2. Диаграмма изменений АДд при перемене положения тела больных с разным ИМТ

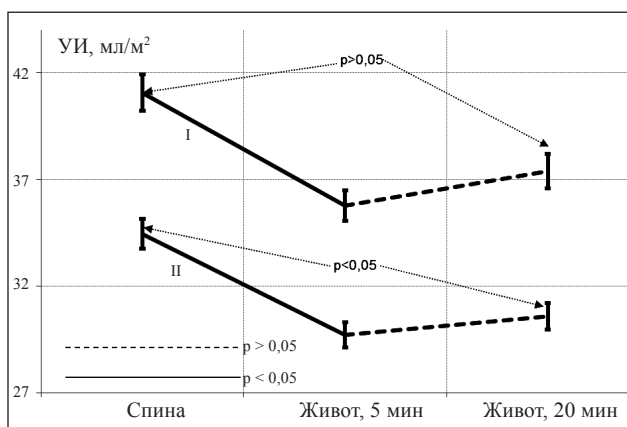


Рис. 4. Диаграмма изменений показателей УИ при перемене положения тела пациентов с разным ИМТ

Похожая динамика наблюдалась и в отношении сердечного индекса (СИ) (рис. 5). В группе I на первом этапе исследования он был равен $(2,94 \pm 0,45)$ л/мин·м², через 5 мин после переворота снизился до $(2,75 \pm 0,51)$ л/мин·м² ($p > 0,1$), через 20 мин значимых изменений не произошло и он не отличался от первоначального значения — $(2,87 \pm 0,53)$ л/мин·м².

У пациентов группы II получены иные показатели. Изначально СИ у них был меньшим, чем у больных группы I ($p < 0,01$) и составлял $(2,57 \pm 0,38)$ л/мин·м². Через 5 мин после переворота на живот СИ, в отличие от группы II, снизился существенно ($p < 0,05$) и составил $(2,36 \pm 0,35)$ л/мин·м², через 20 мин практически не изменился ($p > 0,8$) и отличался от исходного уровня ($p < 0,05$) — $(2,36 \pm 0,33)$ л/мин·м².

Описанные изменения были связаны с динамикой общего периферического сосудистого сопротивления и компенсаторными возможностями миокарда.

Удельное периферическое сосудистое сопротивление (УПСС) у больных группы I (ИМТ ≤ 25 кг/м²) на первом этапе исследования достигало значения (2555 ± 335) дин·с·м²·см⁻⁵. Через 5 мин после переворота на живот УПСС повысилось ($p < 0,03$) до (2943 ± 595) дин·с·м²·см⁻⁵, через 20 мин несущественно снизилось до (2706 ± 442) дин·с·м²·см⁻⁵ ($p > 0,1$) (рис. 6).

У больных группы II исходные величины УПСС превышали ($p < 0,01$) показатели группы I и составили (3140 ± 476) дин·с·м²·см⁻⁵. Через 5 мин после переворота УПСС у пациентов увеличилось до (3616 ± 656) дин·с·м²·см⁻⁵ ($p < 0,01$), а через 20 мин незначительно снизилось до (3575 ± 506) дин·с·м²·см⁻⁵, а его уровень оставался выше исходного ($p < 0,01$).

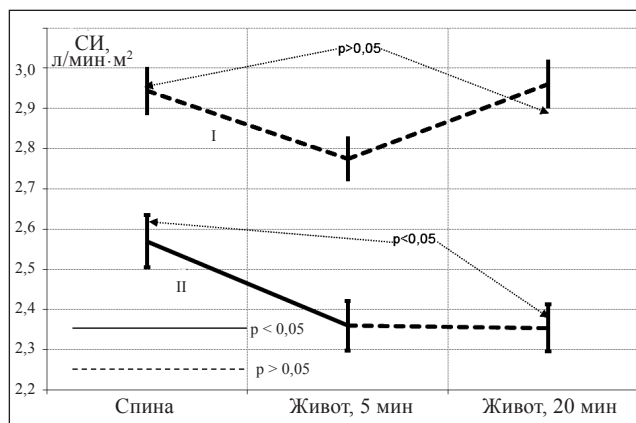


Рис. 5. Диаграмма изменений СИ при перемене положения тела до операции у больных с разным ИМТ

Связь гемодинамических показателей с возрастом и ИМТ

Главной реакцией системы кровообращения на трансформирующиеся условия жизнедеятельности является изменение сосудистого тонуса под влиянием симпатoadренальной системы и зависящего от нее УПСС. В соответствии с новым УПСС по закону Франка-Старлинга происходит регуляция силы и частоты сердечных сокращений. Здоровый миокард способен преодолеть повышение УПСС и обеспечить необходимый в сформированных условиях сердечный выброс (СВ). В связи с этим нам представилось необходимым изучить зависимость УПСС и определяемых им других гемодинамических показателей от возраста и ИМТ.

Исходно, в положении на спине, УПСС имело с возрастом незначительную положительную корреляционную связь ($r = 0,37 \pm 0,09$), которая в дальнейшем ослабевала (рис. 7).

Умеренная положительная связь наблюдалась между возрастом и САД: в положении на спине $r = 0,47 \pm 0,08$; через 5 мин после переворота на живот — $0,42 \pm 0,09$; через 20 мин — $0,32 \pm 0,09$. Повышение САД, обусловленное увеличением силы сокращений миокарда, оказалось адекватным, поскольку связи с возрастом не было обнаружено ни в показателях частоты сердечных сокращений, ни УИ, ни СИ.

Связь УПСС с ИМТ оказалась более выраженной (рис. 8). В положении на спине коэффициент корреляции Пирсона составлял $0,53 \pm 0,07$; через 5 мин после переворота на живот — $0,45 \pm 0,08$; через 20 мин — $0,56 \pm 0,07$.

САД также имело с ИМТ положительную связь, коэффициент корреляции Пирсона соответственно этапам исследования составлял

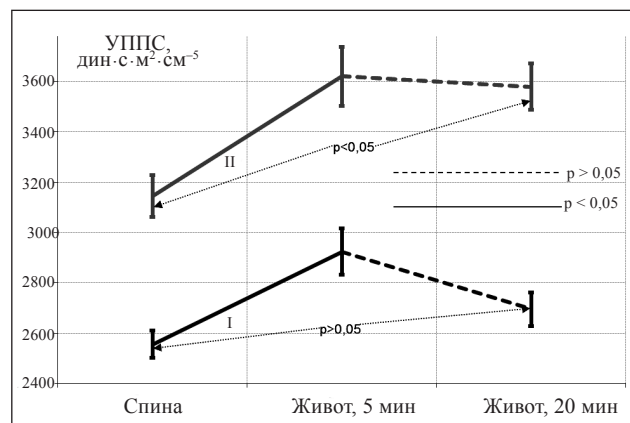


Рис. 6. Диаграмма изменений УПСС при перемене положения тела до операции у больных с разным ИМТ

$0,33 \pm 0,09$; $0,35 \pm 0,08$ и $0,45 \pm 0,08$. Однако повышение силы сокращений миокарда оказалось недостаточным для преодоления возросшего УПСС, о чем свидетельствует обратная корреляционная зависимость между ИМТ и УИ с СИ. Коэффициент корреляции между ИМТ и УИ соответственно этапам составил $-0,62 \pm 0,06$; $-0,55 \pm 0,07$ и $-0,60 \pm 0,07$; а между ИМТ и СИ — $-0,36 \pm 0,09$; $-0,33 \pm 0,09$ и $-0,43 \pm 0,08$.

В результате исследования гемодинамических показателей в их зависимости от ИМТ обнаружено, что избыточная масса тела способствует

повышению УПСС. Вероятно, причины этого те же, что и обуславливающие большую предрасположенность тучных людей к гипертонической болезни. При сохранных компенсаторных возможностях миокарда сердечный индекс может поддерживаться на удовлетворительном уровне, но со временем, очевидно, эти возможности истощаются. При ИМТ $\leq 25 \text{ кг/м}^2$ после переворота на живот происходит кратковременное повышение УПСС, которое через 20 мин возвращается к исходному уровню, чего не наблюдали у пациентов с повышенным индексом массы тела.

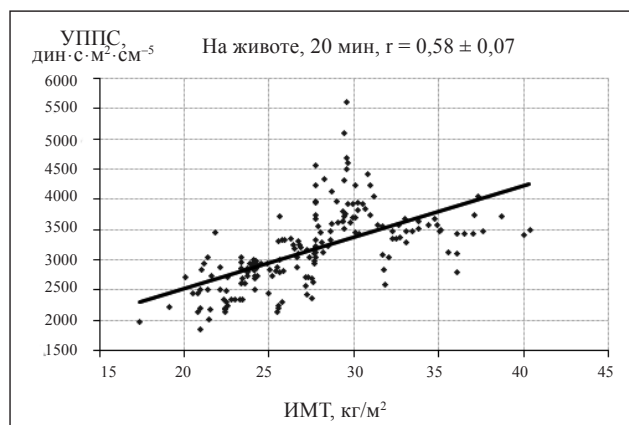
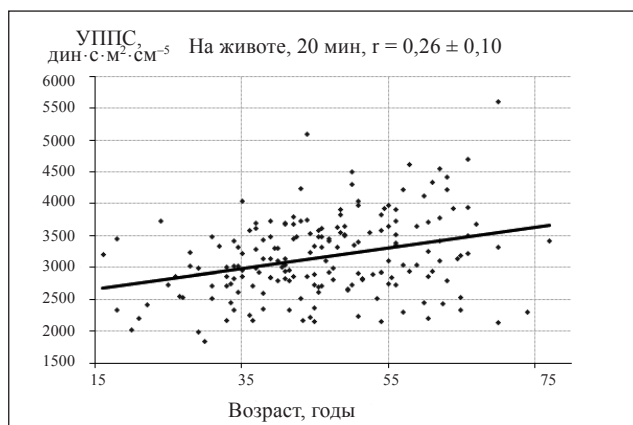
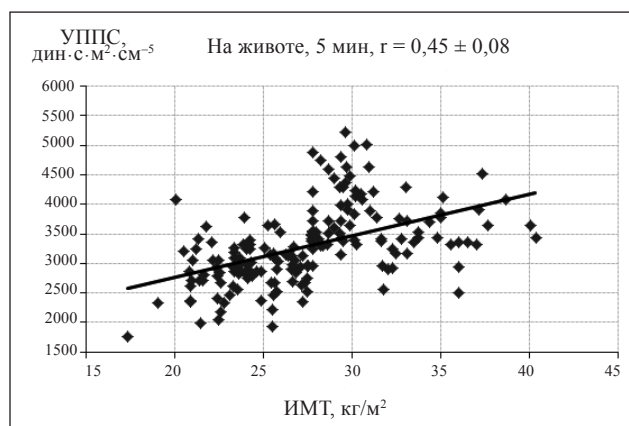
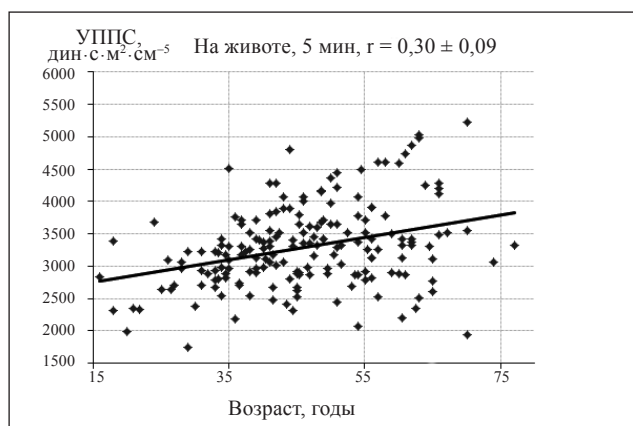
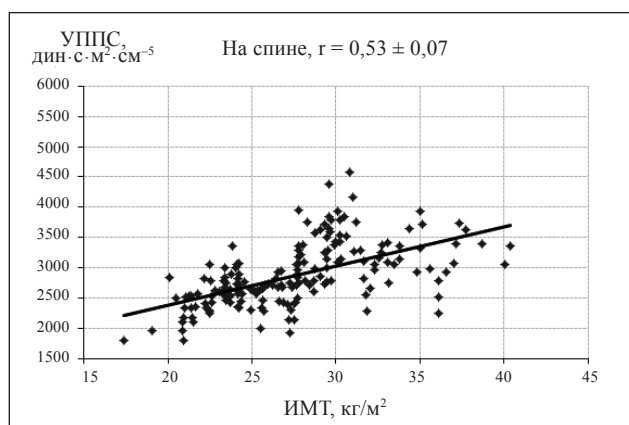
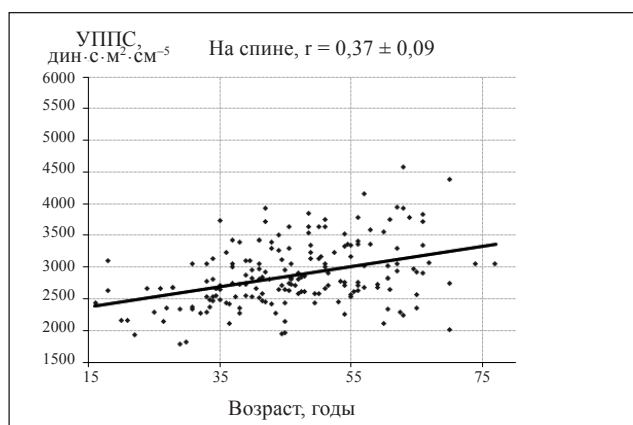


Рис. 7. Диаграмма связи УПСС с возрастом при перемене положения тела

Рис. 8. Диаграмма связи УПСС с ИМТ при перемене положения тела

Такая же динамика характерна и для АДд. АДс, хотя и не изменялось значимо в процессе исследования, было все же большим после изменения положения тела у обследуемых с ИМТ более 25 кг/м². То же можно сказать и о САД. Главный показатель работы сердца — СИ — в результате поворота со спины на живот снижался значимо лишь у обследуемых с повышенной массой тела и не возвращался к нормальным показателям до конца исследования. УИ существенно уменьшался у всех пациентов после поворота на живот, однако к 20-й мин у больных с нормальной массой тела он приближался к исходным показателям, а у лиц с высоким ИМТ — оставался сниженным. В одном из последних исследований М. Shimizu и соавт. [6] с использованием СПЕКТ (single-photon emission computed tomography) на неанестезированных пациентах также показали снижение УИ на 14 % после поворота со спины на живот при отсутствии серьезных сердечно-сосудистых заболеваний. Однако авторы не предоставили информацию о влиянии ИМТ на данные показатели, а также не учитывали изменение УПСС, которое, по нашим данным, имеет решающее значение.

Выводы

Выявлено, что при повороте пациента со спины на живот диастолическое АД и удельное периферическое сосудистое сопротивление увеличивалось на 15,2 % и не возвращалось к норме у лиц с повышенной массой тела. Сердечный индекс в результате поворота со спины на живот значимо снижался лишь у больных с повышенной массой тела. Уменьшение ударного индекса на 13,6 % обнаружено у всех обследуемых после поворота на живот. Через 20 мин у пациентов с нормаль-

ной массой тела он приближался к исходным показателям, а у лиц с высоким ИМТ — оставался сниженным.

Результаты проведенного исследования позволяют заключить, что компенсаторные возможности системы кровообращения, проявляющиеся при перемене положения тела, зависят от возраста и, более выражено, от ИМТ, что следует учитывать при проведении анестезии во время операций, предусматривающих переворот пациентов со спины на живот.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

Список литературы

1. Does targeted pre-load optimisation by stroke volume variation attenuate a reduction in cardiac output in the prone position / C. Y. Wu, T. S. Lee, K. C. Chan [et al.] // *Anaesthesia*. — 2012. — Vol. 67 (7). — P. 760–764. — DOI: 10.1111/j.1365-2044.2012.07116.x/.
2. Pulse pressure variation and pleth variability index as predictors of fluid responsiveness in patients undergoing spinal surgery in the prone position / D. Kim, S. Shin, J. Kim [et al.] // *Therapeutics and Clinical Risk Management*. — 2018. — Vol. 6 (14). — P. 1175–1183. — DOI: 10.2147/TCRM.S170395.
3. Cardiac output and propofol concentrations in prone surgical patients / K. Leslie, C. Wu, A. Bjorksten [et al.] // *Anaesthesia and Intensive Care*. — 2011. — Vol. 39 (5). — P. 868–874.
4. Лизогуб М. В. Анестезіологічне забезпечення хірургічних втручань у положенні хворого на животі / М. В. Лизогуб, Е. В. Кострікова, А. О. Хмизов // *Ортопедия, травматология и протезирование*. — 2013. — № 3. — С. 99–106. — DOI: 10.15674/0030-59872013399-106.
5. Ремоделирование сердца у больных с избыточной массой тела и ожирением при коморбидной кардиальной патологии / И. В. Логачева, Т. А. Рязанова, В. Р. Макарова [и др.] // *Российский кардиологический журнал*. — 2017. — № 4 (144). — С. 40–46. — DOI: 10.15829/1560-4071-2017-4-40-46.
6. Cardiac function changes with switching from the supine to prone position: analysis by quantitative semiconductor gated single-photon emission computed tomography / M. Shimizu, H. Fujii, N. Yamawake, M. Nishizaki // *Journal of Nuclear Cardiology*. — 2015. — Vol. 22 (2). — P. 301–307. — DOI: 10.1007/s12350-014-0058-3/.

Статья поступила в редакцию 05.12.2018

DYNAMIC OF FUNCTIONAL PARAMETERS OF CARDIO-VASCULAR SYSTEM IN PATIENTS WITH VERTEBROGENIC PATHOLOGY AFTER BODY POSITION CHANGES

N. V. Lyzohub, I. V. Kotulskiy, N. A. Moskalenko, V. N. Pishchik

Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology National Academy of Medical Sciences of Ukraine, Kharkiv

✉ Nikolay Lyzohub, PhD in Anesthesiology and Intensive Therapy: nlizogub@gmail.com

✉ Igor Kotulskiy, PhD in Normal Physiology: Igor.kotulsky@gmail.com

✉ Natalya Moskalenko: mnamnarabota@gmail.com

✉ Victoriia Pishchik: vikapishchik3@gmail.com