

ГЕМОДИНАМИКА ПРИ КОМБИНИРОВАННОЙ КСЕНОНОВОЙ АНЕСТЕЗИИ

Николаев Л.Л., Антонов А.А., Буров Н.Е. Вестник интенсивной терапии. 2010;4:65-68.

Кафедра анестезиологии и реаниматологии ГОУ ДПО РМАПО, Москва

Исследование гемодинамики следует считать обязательным при внедрении любого медицинского препарата в клиническую практику. Это, несомненно, касается и нового газового анестетика - ксенона (Xe).

В настоящее время существуют инвазивные и неинвазивные методы для изучения гемодинамики.

Инвазивные методы могут проводиться только в стерильных условиях, требуют сложного оборудования и специально обученного персонала. Вместе с тем, они имеют ряд показаний и противопоказаний. Неинвазивная ультразвуковая кардиография может проводиться только периодически, затруднительна во время оперативного вмешательства и нуждается в экспертной оценке полученных результатов, которые нередко отличаются у разных исследователей. Неинвазивная импедансная кардиография технически не сложна, не требует стерильных условий и длительной подготовки к исследованию, способна мониторировать показатели центральной гемодинамики продолжительное время и в любом отрезке периоперационного периода [1-5].

Мы провели измерение показателей центральной и периферической гемодинамики при комбинированной ингаляционной Xe анестезии с помощью отечественного серийно выпускаемого прибора «Система интегрального мониторинга «СИМОНА 111», в дальнейшем – «Система», в состав которой входит импедансный компьютерный кардиограф.

Материал и методы

Исследование проведено в 2008 году у 26 женщин, оперированных по поводу рака молочной железы, в клинике ГОУ ДПО РМАПО Росздрава. В основной группе (19 женщин) мастэктомия осуществлялась под комбинированной эндотрахеальной Xe-сберегающей анестезией по закрытому контуру. Контрольную группу составили 7 пациенток, у которых в качестве ингаляционного анестетика применяли закись азота (N₂O). Всем больным перед операцией проводилась лучевая и химиотерапия. Средний возраст пациенток в основной группе составил 58±11 лет, а в контрольной - 55±13 лет.

В премедикацию включали дормикум (5-7,5 мг), который вводился в палате за 30 минут до начала анестезии. На операционном столе вводили атропин (0.8-1.0 мг), дроперидол (2,5 мг), димедрол/супрастин (10-20 мг) или преднизолон (30 мг) по показаниям. Вводный наркоз проводили пропофолом (100 мг). Миоплегия осуществлялась листеноном

(1,5 мг/кг). Интубация проводилась путем прямой ларингоскопии с последующим переводом на ИВЛ. Миоплегия поддерживалась тракриумом или норкуроном. Интубационный наркоз проводился с помощью наркозного аппарата «Ксена-010». Ингаляционная анестезия комбинировалась с налбуфином в суммарных дозах до 60 мг за период операции или малыми дозами дроперидола (1,5-2 мг) или дипривана (5 мг).

Исследование проводили в операционной до, во время и после анестезии в режиме on line. Оценку проводили по следующим показателям центральной и периферической гемодинамики:

КДИ – конечный диастолический индекс левого желудочка ($\text{мл}/\text{м}^2$);

ИСМ - индекс сократимости миокарда ($1000 \cdot 1/\text{сек}$);

ИСИ - индекс состояния инотропии ($100 \cdot 1/\text{сек}^2$);

ФВ - фракция выброса левого желудочка (%);

ПИПСС - пульсовой индекс перифер. сосудистого сопротивления ($10^{-3} \cdot \text{дин} \cdot \text{сек}/\text{см}^5/\text{м}^2$);

УИРЛЖ – ударный индекс работы левого желудочка ($\text{г} \cdot \text{м}/\text{уд}/\text{м}^2$);

СИ - сердечный индекс ($\text{л}/\text{мин}/\text{м}^2$);

DO₂I - индекс доставки кислорода ($\text{мл}/\text{мин}/\text{м}^2$).

Выборку показателей осуществляли ретроспективно, поскольку «Система» сохраняет все данные мониторинга более 30 лет.

Периоперационный период мы разделили на 7 этапов:

1. Перед вводным наркозом;
2. Перед хирургическим разрезом;
3. Через 30 минут после интубации;
4. Через 60 минут после интубации;
5. Через 90 минут после интубации;
6. Перед зашиванием операционной раны;
7. После экстубации.

В каждом из указанных этапов выбирался 3-минутный интервал, за который «Система» выдавала среднее взвешенное значение всех показателей. Статистическую обработку этих значений выполняли с использованием t-критерия Стьюдента (доверительная вероятность 0,95). Для оценки значимости межгрупповых различий использовали U-критерий Манна-Уитни. Различия считали достоверными при $p < 0,05$.

Результаты

Средняя продолжительность анестезии составила 168 ± 24 мин. (контрольная группа 157 ± 31 мин.). Показатель сатурации гемоглобина артериальной крови кислородом (SpO_2) при дыхании воздухом в обеих группах был 95-97%, а во время наркоза - 97-100%. Фракция

кислорода (FiO_2) во вдыхаемой газовой смеси в процессе анестезии поддерживалась на уровне 30%, Xe – 65%, N_2O - 70%. Показатели КОС на всех этапах анестезии сохранялись стабильными. В течение операции внутривенно капельно вводилось 400 мл «Плазмолит водный» и 400 мл «Плазмолит на 5% глюкозе». Уровень гемоглобина в конце операций недостоверно снижался, в основном, за счет гемодилуции и был до операции $135,2 \pm 3,9$ г/л (контроль $128,4 \pm 4,4$ г/л), а после операции - $129,6 \pm 3,7$ г/л (контроль $123,3 \pm 4,9$ г/л), поскольку характер операций и техника хирургов не создавали условий для кровопотери.

Таблица 1

**Динамика показателей гемодинамики
при комбинированной Xe анестезии***

Этап	КДИ	ФВ	ИСМ	ИСИ	ПИПСС	УИРЛЖ	СИ	DO_2I
1.	$70,2 \pm 1,3$	$57,3 \pm 1,1$	$41,6 \pm 0,8$	84 ± 2	162 ± 3	$40,3 \pm 0,7$	$2,97 \pm 0,12$	512 ± 10
2.	$70,4 \pm 1,3$	$57,4 \pm 1,1$	$44,1 \pm 0,9$	86 ± 2	156 ± 3	$41,0 \pm 0,7$	$3,03 \pm 0,12$	517 ± 10
3.	$70,8 \pm 1,3$	$57,7 \pm 1,1$	$46,7 \pm 0,9$	93 ± 2	161 ± 3	$42,3 \pm 0,7$	$3,13 \pm 0,12$	539 ± 11
4.	$71,4 \pm 1,3$	$58,5 \pm 1,1$	$49,3 \pm 0,9$	102 ± 2	153 ± 3	$44,4 \pm 0,8$	$3,19 \pm 0,12$	545 ± 11
5.	$72,1 \pm 1,3$	$59,0 \pm 1,1$	$51,4 \pm 1,0$	111 ± 3	150 ± 3	$46,9 \pm 0,8$	$3,29 \pm 0,12$	548 ± 11
6.	$72,5 \pm 1,3$	$59,2 \pm 1,1$	$52,6 \pm 1,0$	119 ± 3	148 ± 3	$48,8 \pm 0,9$	$3,24 \pm 0,12$	544 ± 11
7.	$72,5 \pm 1,3$	$59,3 \pm 1,1$	$51,5 \pm 1,0$	113 ± 2	153 ± 3	$48,9 \pm 0,9$	$3,26 \pm 0,12$	543 ± 11

Таблица 2

**Динамика показателей гемодинамики
при комбинированной N_2O анестезии***

Этап	КДИ	ФВ	ИСМ	ИСИ	ПИПСС	УИРЛЖ	СИ	DO_2I
1.	$68,7 \pm 1,7$	$56,6 \pm 1,3$	$44,3 \pm 1,1$	93 ± 4	183 ± 6	$42,1 \pm 0,9$	$3,09 \pm 0,16$	523 ± 14
2.	$69,3 \pm 1,7$	$56,7 \pm 1,3$	$44,4 \pm 1,1$	89 ± 4	173 ± 6	$41,7 \pm 0,9$	$3,12 \pm 0,16$	530 ± 14
3.	$69,6 \pm 1,7$	$57,0 \pm 1,3$	$42,2 \pm 1,2$	90 ± 4	192 ± 6	$41,4 \pm 0,9$	$2,91 \pm 0,16$	514 ± 14
4.	$69,8 \pm 1,7$	$57,4 \pm 1,3$	$40,1 \pm 1,2$	85 ± 3	201 ± 6	$39,5 \pm 0,8$	$2,83 \pm 0,16$	492 ± 14
5.	$70,1 \pm 1,7$	$57,5 \pm 1,3$	$39,4 \pm 1,3$	84 ± 3	210 ± 6	$38,5 \pm 0,8$	$2,71 \pm 0,16$	469 ± 14
6.	$70,3 \pm 1,7$	$57,9 \pm 1,3$	$38,5 \pm 1,3$	81 ± 3	218 ± 6	$37,7 \pm 0,7$	$2,63 \pm 0,16$	452 ± 14
7.	$70,6 \pm 1,7$	$58,0 \pm 1,3$	$38,5 \pm 1,3$	81 ± 3	214 ± 6	$37,4 \pm 0,7$	$2,60 \pm 0,16$	443 ± 14

*межгрупповые различия достоверны в серых клетках таблицы 1 и 2 ($p < 0,05$).

Обсуждение

Сердечно-сосудистая система выполняет в организме одну из главных функций: доставку кислорода в количестве, соответствующем потребностям конечных получателей, которыми являются митохондрии клеток. Митохондрии кардиомиоцитов тоже являются конечными пользователями кислорода. Недостаточное снабжение миокарда кислородом или нарушение биохимических процессов в нем любой этиологии проявляет себя нарушением центральной и периферической гемодинамики.

Основными показателями, характеризующими гемодинамику и коррелирующими с выживаемостью у хирургических пациентов, являются ударный индекс работы левого желудочка (УИРЛЖ), сердечный индекс (СИ) и индекс доставки кислорода (DO_2I) [6]. Эти показатели формируются 3-мя гемодинамическими генераторами (регуляторами): преднагрузкой, сократимостью миокарда и постнагрузкой [7, 8].

Преднагрузка является синонимом конечного диастолического индекса (КДИ). В нашем исследовании, при отсутствии значительной кровопотери и на фоне внутривенного интраоперационного введения кристаллоидов, КДИ увеличился в основной группе на $2,3 \pm 1,3$ мл/м² (контроль – на $1,9 \pm 1,7$ мл/м²) (Рис. 1). Межгрупповые различия недостоверны ($p > 0,05$).

Сократимость миокарда характеризует силу сокращения и скорость укорочения кардиомиоцитов во время механической систолы. Кардиомиоциты под влиянием различных факторов могут изменять силу своего сокращения и скорость укорочения. В этом их отличие от скелетных миофибрилл. Сократимость это конечный результат двух различных феноменов, которые влияют на силу и скорость сокращения миокарда: физический механизм (закон Франка-Старлинга: чем больше растягиваются мышечные волокна миокарда в диастолу, тем с большей силой они сокращаются в систолу) и биохимический (фармакологический) механизм (инотропия) [8, 9].

Увеличение объема крови (преднагрузки) усиливает сократимость во время фазы изгнания за счет возрастания их натяжения в период диастолы. Положительная инотропная терапия увеличивает сократимость миокарда за счет более выраженного укорочения кардиомиоцитов в период механической систолы.

Напротив, уменьшение объема крови ослабляет сократимость миокарда за счет слабого натяжения кардиомиоцитов в конце диастолы. Отрицательная инотропная терапия уменьшает сократимость за счет ослабления укорочения кардиомиоцитов во время механической систолы (фазы изгнания).

Учитывая рост, вес, пол, возраст и температуру тела пациента, «Система интегрального мониторинга «СИМОНА 111», вычисляет границы (коридор) нормальных значений всех показателей. Это позволяет оперативно проводить сравнение показателей мониторируемого пациента с его индивидуальной нормой.

Из указанных здесь показателей гемодинамики только ИСМ и ИСИ были ниже нормы перед анестезией, а остальные находились в нормальных пределах. И это неудивительно, поскольку все пациентки перед операцией мастэктомии получали лучевую и химиотерапию, оказывающую известное кардиодепрессивное действие.

В нашем исследовании в обеих группах на фоне незначительного роста преднагрузки (КДИ) незначимо увеличилась и ФВ (Рис. 1, 2). Показатели, характеризующие конкретно

сократимость миокарда (ИСМ и ИСИ) [9], начиная с 4-го этапа (60 минут после интубации) показали значимое увеличение в основной группе и снижение в контрольной группе (Рис. 3, 4).

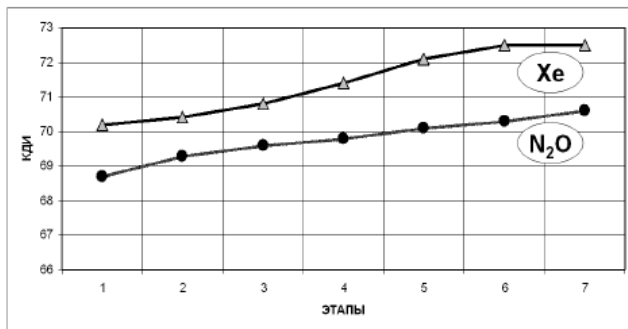


Рисунок 1.

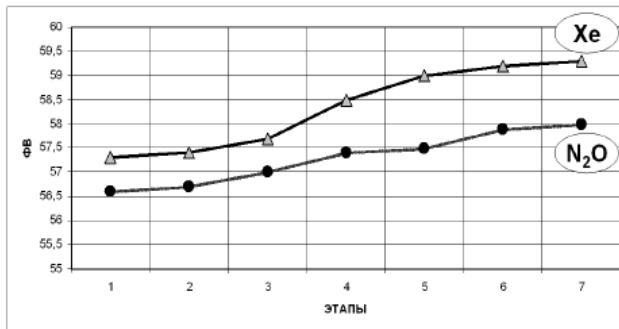


Рисунок 2.

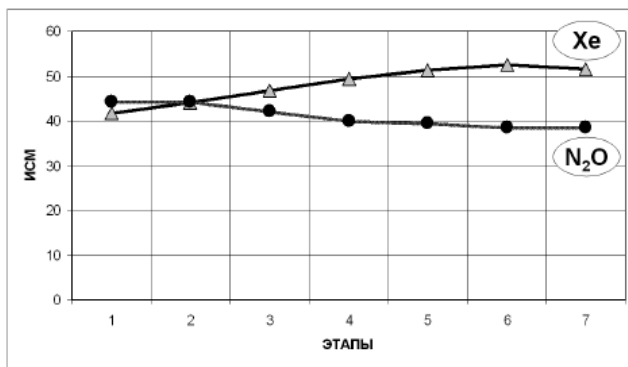


Рисунок 3.

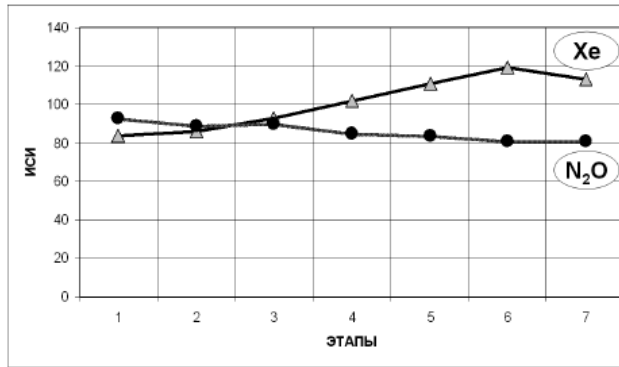


Рисунок 4.

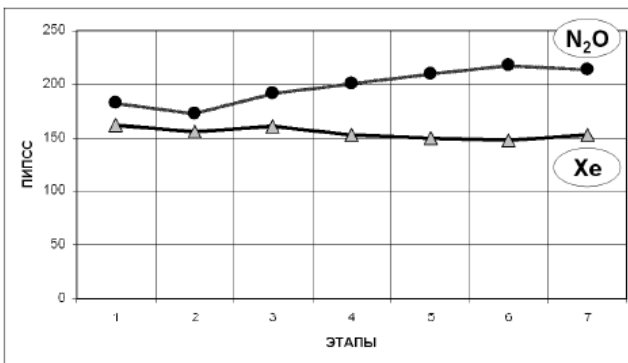


Рисунок 5.

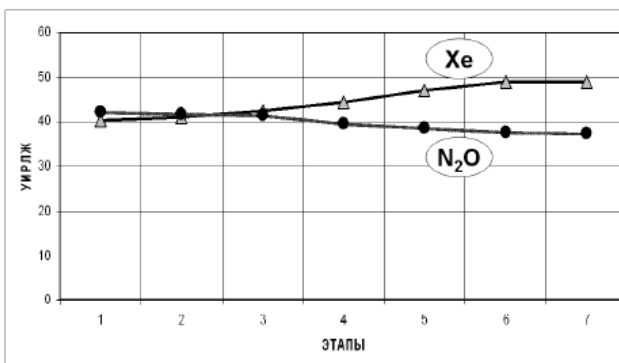


Рисунок 6.

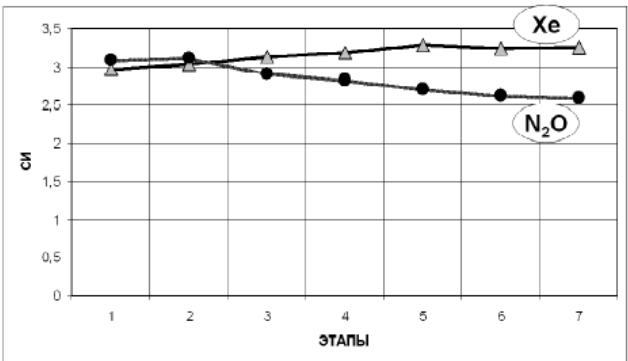


Рисунок 7.

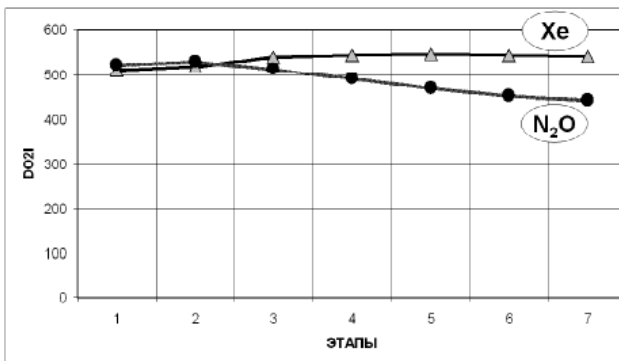


Рисунок 8.

При комбинированной анестезии Xe:O₂ дыхательной смесью наблюдалось постепенное увеличение показателей сократимости миокарда вплоть до этапа зашивания

операционной раны (6-й этап). ИСМ максимально увеличился на 26%, а ИСИ - на 43%. При анестезии $N_2O:O_2$ отмечалось постепенное снижение показателей сократимости миокарда. ИСМ и ИСИ снизились на 13%. Начиная с 4-го этапа межгрупповые различия достоверны ($p<0,05$).

При Хе анестезии наблюдаются положительные изменения и других показателей: постнагрузка (ПИПСС) претерпевает незначительное снижение (Рис. 5), увеличиваются УИРЛЖ (Рис. 6), СИ (Рис. 7) и DO_2I (Рис. 8). Начиная с 4-го этапа межгрупповые различия достоверны ($p<0,05$).

Аналогичные изменения СИ при Хе анестезии отмечены и сотрудниками ГВКГ им. Н.Н.Бурденко у 161 пациента при 164 абдоминальных операциях, у 29 пациентов при операциях аортокоронарного шунтирования и у 29 гинекологических больных [10]. Стабильность гемодинамических показателей при Хе анестезии отмечена также в исследованиях зарубежных и отечественных авторов [11-13].

Анестезия $N_2O:O_2$ дыхательной смесью оказывает отрицательное воздействие на показатели сократимости миокарда (Рис. 3, 4), увеличивает постнагрузку (Рис. 5), снижает УИРЛЖ (Рис. 6), СИ (Рис. 7) и DO_2I (Рис. 8).

Выводы

1. Комбинированная Хе анестезия постепенно повышает, а комбинированная N_2O анестезия постепенно понижает сниженную систолическую функцию сердца при мастэктомии у онкологических больных, получивших перед операцией лучевую и химиотерапию.
2. Применение Хе: O_2 дыхательной смеси, в отличие от ингаляции $N_2O:O_2$, оказывает выраженное кардиотоническое действие за счет увеличения показателей сократимости миокарда (ИСМ и ИСИ), что ведет к постепенному росту УИРЛЖ, СИ и DO_2I .
3. Указанный положительный инотропный эффект ингаляционного воздействия Хе: O_2 смеси может быть применен с лечебной целью у больных с исходно сниженными показателями сократимости миокарда.

Литература

1. Burrow R.D., Strauss W., Singleton R. Analysis of left ventricular function from multiple gated acquisition cardiac blood pool imaging—Comparison to contrast angiography. Circulation 1977; 56: 1024-1028.

2. Capan L.V., Bernstein D.P., Patel K.P. et al. Measurement of ejection fraction by bioimpedance method. *Crit. Med.* 1987; 15: 402.
3. Weiss S.J., Kilik J.P., Calloway E. Bioimpedance cardiac output measurements in patients with presumed congestive heart failure. *Acad. Emerg. Med.* 1997; 4 (6): 568-573.
4. Shoemaker W.C., Wo C.C., Bishop M.H., et al. Noninvasive Hemodynamic Monitoring of Critical Patients in the Emergency Department. *Acad. Emerg. Med.* 1996; 3: 675-681.
5. Mancini R., Kottke F.J., Patterson R., Kubicek W., Olson M. Cardiac output and contractility indices: Establishing a standard in response to low-to-moderate level exercise in healthy men. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 1979; 60: 567-573.
6. Shoemaker W.C., Bland R.D., Appel P.L. Therapy of Critically Ill Postoperative Patients Based on Out-come Prediction and Prospective Clinical Trials. *The Surgical Clinics of North America, Critical Care* 1985; August, 811.
7. Sramek B.B. Hemodynamics and its role in oxygen transport. *Biomechanics of the Cardiovascular System.* Czech Technical University Press 1995; 209-231.
8. Антонов А.А. Гемодинамика для клинициста. Москва, 2004.
9. Konhilas J.P., Irving T.C., De Tombe P.P. Frank-Starling law of the heart and the cellular mechanisms of length-dependent activation. *European Journal of Physiology* 2002; 445(3): 305-310.
10. Руденко М.И., Пасько В.Г., Андрияшкин В.Н., Таубаев Б.М., Стец В.В., Карпов В.О., Изгородин А.С. Ксеноновая анестезия в практической анестезиологии. ГВКГ им. Н.Н. Бурденко, Москва. Доклад на заседании МНОАР 21.02.2006.
11. Coburn M., Kunitz O., Baumert J.H. et al. Randomized controlled trial of the haemodynamic and recovery effects of xenon or propofol anaesthesia. *Brit. J. Anaesth.* 2005; 94(2): 198-202.
12. Goto T., Hanne P., Ishiguro Y., Ichinose F., Niimi Y., Morita S. Cardiovascular effects of xenon and nitrous oxide in patients during fentanyl-midazolam anaesthesia. *Anaesthesia.* 2004; 59(12): 1178-1183.
13. Буров Н.Е., Потапов В.Н., Макеев Г.Н. «Ксенон в анестезиологии». Пульс, М.2000; 185-193.