

УДК 616-089.5:615.211

А.В. Вабищевич

НИЗКО- И МАЛОПОТОЧНАЯ АНЕСТЕЗИЯ

Российский научный центр хирургии РАМН
(г. Москва)

Ключевые слова: ингаляционная анестезия, наркозно-дыхательная аппаратура.

Сегодня анестезиологическое обеспечение в хирургии трудно представить без использования современных ингаляционных анестетиков — изофлюрана, десфлюрана, севофлюрана и др. [9, 14]. Несомненными их преимуществами являются низкая токсичность, быстрая индукция в анестезию, хорошая управляемость, короткий период выведения из организма. Эти анестетики при минимальном уровне биотрансформации, нетоксичности, а также при быстром выведении из организма практически не оказывают повреждающего воздействия на жизненно важные органы [11, 12, 15]. Их преимуществами являются быстрое поглощение дыхательной поверхностью легких, значительная скорость распределения в плазме крови и ткани мозга при малых объемах ингаляции и выделение в практически неизменном состоянии. Этими свойствами обусловлена возможность использования ингаляционной анестезии у тяжелых больных практически при любой патологии — в трансплантологии, кардиохирургии, акушерстве. Однако высокая стоимость этих анестетиков ограничивает их использование [8]. Естественным стремлением анестезиолога является снижение расхода препаратов и поиск методов, которые могли бы обеспечить подобный подход. Использование ингаляционных анестетиков в низкотоочном контуре наркозного аппарата позволяет существенно снизить расход препарата, надежно обеспечивая адекватную анестезию, поддержание искусственной вентиляции легких (ИВЛ) и газообмена [5, 13].

В соответствии с принятой классификацией, основанной на величине объемной скорости потока свежих газов, подаваемых из газовой магистрали, баллонов или иных резервуаров в наркозный аппарат, принято различать следующие контуры: 1) высокопоточный — больше 6 л/мин., 2) среднепоточный — более 3 л/мин., 3) низкотоочный (low-flow) — более 1 л/мин., 4) минимальный поток (minimal-flow) — 0,4–1 л/мин., 5) закрытый контур — поток свежего газа равен его поглощению больным [3].

Еще в XIX веке J. Snow впервые провел экспериментальное использование прообраза закрытого контура с хлороформом и эфиром. Он столкнулся с проблемой накопления CO_2 , которая была решена только в середине 20-х годов следующего века, когда R.M. Waters включил в дыхательный контур резервуар с натронной известью. Необходимость уменьшения количества анестетика было в первую очередь обусловлено

чрезвычайно опасными качествами используемых тогда препаратов (эфир, хлороформ, циклопропан). Проблема была практически снята в 50-х годах XX века с появлением более безопасного анестетика — галотана. Однако разработка нового поколения галогенсодержащих препаратов (энфлюрана, изофлюрана), стоимость которых оказалась существенно выше, дала импульс к совершенствованию наркозно-дыхательной аппаратуры и появлению аппаратов с минимальной степенью утечки смеси (менее 50 мл/мин.), на которых возможна низкотоочная анестезия.

Помимо дороговизны анестетиков еще одной причиной для совершенствования аппаратуры является экологически негативное воздействие галогенатов и закиси азота на атмосферу Земли. Известно, что закись азота взаимодействует с озоном в соответствующем слое тропосферы, что способствует прогрессированию парникового эффекта. Вместе с производными ингаляционных анестетиков, превращающимися в галогенизированные радикалы углерода, закись азота в стратосфере формирует радикалы NO, которые разрушают озон [3]. «Вклад» медицинской закиси азота составляет около 1% от общего промышленного выброса этого газа в атмосферу.

Еще одним фактором, требующим совершенствования наркозной аппаратуры, является необходимость снижения концентрации анестетика в операционной. Доказано, что для анестезиологов контакт с анестетиками является фактором профессиональной вредности, способствующим увеличению заболеваемости и смертности среди них. Вместе с тем Virgite в 1979 г. было доказано, что снижение потока закиси азота с 2,5 до 0,2 л/мин. уменьшает концентрацию анестетика на рабочем месте анестезиолога со 122 до 15 ppm [6]. Однако простое снижение потока газа чревато некоторыми патофизиологическими проблемами, без знания которых проведение низкотоочной анестезии может быть опасным методом.

Конструкция современных наркозных аппаратов и испарителей обеспечивает поддержание постоянной фармакологически активной концентрации анестетика в дыхательном контуре, альвеолярном объеме при снижении подачи свежего газа до минимально возможной скорости (0,3–0,5 л/мин.). Это количество обусловлено величиной потребления кислорода, равной 4 мл/кг веса тела за 1 минуту. Т.е. для обеспечения потребности в кислороде пациента, находящегося в наркозе, необходима скорость 0,25–0,30 л/мин., что принято считать минимумом потока кислорода. Это является первым и чрезвычайно важным правилом проведения low-flow анестезии.

В режиме minimal-flow при сочетанной подаче кислорода с закисью азота в соотношении 1:1 общий объем газопотока равняется 400–500 мл. Соотношение кислород — закись азота при проведении low-flow не может быть иным, поскольку это обусловлено особенностями газообмена в легких [9]. Доказано, что при постоянном потоке концентрация газов в альвеолах на

протяжении анестезии меняется. При индукции содержание O_2 в альвеолах равно 45-46%, что несущественно отличается от его концентрации в газонаркоотической смеси. Однако уже через 60 мин. содержание O_2 в альвеолах падает до 35%. Это связано с накоплением закиси азота, которая в отличие от постоянно потребляемого кислорода по мере насыщения организмом начинает накапливаться в альвеолярном пространстве, частично проникая через альвеолокапиллярную мембрану в обратном направлении. Феномен разнонаправленного изменения концентрации кислорода и закиси азота («дрейф кислородной кривой») опасен гипоксией при снижении содержания O_2 в альвеолах ниже 20%. Именно поэтому вторым правилом проведения low-flow является поддержание соотношения кислород — закись азота — 1:1.

Следующим моментом, о котором необходимо помнить, является опасность элиминации атмосферного азота, растворенного в организме. При ИВЛ смесью, состоящей из O_2 и закиси азота, азот начинает активно покидать организм, поступая в альвеолярное пространство и далее — в дыхательный контур. Если в период активной элиминации молекулярного азота (первые 15-20 минут ИВЛ) не обеспечивать эффективное снижение его концентрации, то парциальное содержание кислорода может также значительно снижаться. Поэтому третьим важным правилом low-flow является обязательное проведение периода денитрогенации, т.е. снижения концентрации атмосферного азота, элиминируемого из организма, что возможно путем выполнения высокопоточной вентиляции (6 л/мин.) в течение 10-15 мин. после индукции. Только после этого можно безопасно осуществить снижение газопотока до 1 и менее л/мин. Однако наш опыт показывает, что значимые концентрации атмосферного азота в альвеолярном воздухе сохраняются в течение нескольких часов, несмотря на периодическую «продувку» дыхательного контура свежей газонаркоотической смесью [1]. Поэтому для безопасной работы в режиме низкопоточной анестезии анестезиолог обязан иметь газоанализатор, обеспечивающий информацию о концентрации кислорода, закиси азота и ингаляционного анестетика на вдохе и выдохе [2].

Еще одной проблемой закрытого контура является постепенное накопление газов — продуктов метаболизма (ацетона, метана, окиси азота). Без периодической продувки контура их концентрация может достичь опасных величин. Поэтому полная замена газонаркоотической смеси должна осуществляться не реже чем через каждые 40-60 мин., несмотря на неизбежные при этом потери определенного количества ингаляционного анестетика. При соблюдении этих в целом весьма несложных требований низкопоточная ингаляционная анестезия является надежным и безопасным методом, все шире используемым в мировой анестезиологической практике.

Следует упомянуть и достоинства низкопоточной анестезии. Помимо высокой управляемости анестези-

олог получает возможность эффективного контроля важнейших параметров газообмена, имея информативный и надежный мониторинг. Кроме того, постоянная рециркуляция газонаркоотической смеси существенно снижает влаго- и теплотери из дыхательного контура, обеспечивая оптимальные параметры влажности и температуры даже без наличия увлажнителя [4, 7]. Значительно снижается загрязнение воздуха в операционной. Расход анестетика и, соответственно, стоимость анестезии может быть снижена по сравнению с высокопоточной анестезией в 5-8 раз [3, 10].

Литература

1. Вабищевиц А.В., Кожевников В.А., Тимов В.А. и др.// *Анест. и реаниматол.* — 2000. — №5. — С. 11-13.
2. Дарбинян Т.М., Дядюрко А.М.// *Анест. и реаниматол.* - 1984. - №5. - С. 3-8.
3. Эрдман В.// *Акт. пробл. анестезиол. и реаниматол.* — Архангельск: Тромсе, 1995. — С. 108-113.
4. Aldrete J.A., Cubillos P., Sherrill D.// *Acta Anaesth. Scand.* - 1981. - Vol. 25. - P. 312-314.
5. Baum J.// *Acta Anaesth. Belg.* - 1990. - Vol. 41. - P. 239-247.
6. Baum J. *Low Flow Anesthesia with Drager Machines. Questions and Answers.* — GmbH: Drager Medizintechnik, 2001.
7. Bengtson J.P., Sonander H., Stenqvist O.// *Acta Anaesth. Scand.* - 1987. - Vol. 31. - P. 127-131.
8. Bengtson J.P., Sonander H., Stenqvist O.// *Acta Anaesth. Scand.* - 1988. - Vol. 32. - P. 33-35.
9. Eger E.I. II// *Anesthesia.* — New York: Churchill Livingstone, 1986. - P. 640-641.
10. Feiss P., Demontoux M.N., Colin D.// *Acta Anaesthesiol. Belg.* - 1990. - Vol. 41. - P. 249-251.
11. Gelman S., Fowler K.C., Smith L.R.// *Anesthesiology.* - 1985. - Vol. 61. - P. 726-730.
12. Kosaka F., Yamada T., Taniguchi M. et al.// *Anesthesiology.* - 1986. - Vol. 64. - P. A566.
13. Lowe H.J., Ernst E.A.// *The Quantitative Practice of Anesthesia: Use of Closed Circuit.* — Baltimore: Williams & Wilkins, 1981. - P. 12.
14. Stoelting R.K., Miller R.D. *Basics of Anesthesia.* — New York: Shurchill Livingstone, 1989.
15. Yasuda N., Lockhart S.H., Eger E.I. II et al.// *Br. J. Anesth.* - 1975. - Vol. 47. - P. 350-357.

Поступила в редакцию 5.11.04

LOW-FLOW ANESTHESIA

A.V. Vabichtchevich

Russian Research Center of Surgery RAMS (Moscow)

Summary — Low- and minimal-flow anesthesia are modern technologies of inhalation anesthesia for which realization modern anaesthesiological respiratory devices both constant informative ventilating and gas monitoring are necessary. Realization of minimal-flow anesthesia is connected to some physiological features of gas exchange in lungs, having a place at small streams of inhalation gases. Observance of simple rules of realization low-flow anesthesia with modern inhalation anesthetics allows providing reliable, well controlled and practically safe anesthesia at the most difficult and long operations.