

Анестезиологическое обеспечение пациентов с диссекцией аорты типа А

Г. Силвэй¹, М. Хромава¹, М. Вайнер¹, Дж. Г. Аугустидес², Х. Г. Кастилло³

¹ Медицинская Школа Айкана при Маунт-Синай, отделение анестезиологии, периоперационного лечения и лечения боли, площадь Густава Л. Леви, д. 1, Нью-Йорк, NY 10029, США

² Медицинская школа Перельмана, Пенсильванский университет, отделение сердечно-сосудистой и торакальной хирургии, отделение анестезиологии и реаниматологии, Сивик Центр 3400, Филадельфия, PA 19104, США

³ Медицинская Школа Айкана при Маунт-Синай, отделение кардиохирургии, площадь Густава Л. Леви, д. 1, Нью-Йорк, NY 10029, США

Anesthetic Management of Patients with a Type A Aortic Dissection

George Silvay¹, Maryna Khromava¹, Menachem Weiner¹,
John G. Augoustides², Javier G. Castillo³

¹ Icahn School of Medicine at Mount Sinai, Department of Anesthesiology, Perioperative and Pain Management, 1 Gustave L. Levy Pl, New York, NY 10029, USA

² Perelman School of Medicine, University of Pennsylvania, Cardiovascular and Thoracic Section, Department of Anesthesiology and Critical Care, 3400 Civic Center Blvd, Philadelphia, PA 19104, USA

³ Icahn School of Medicine at Mount Sinai, Department of Cardiac Surgery, 1 Gustave L. Levy Pl, New York, NY 10029, US

«Этот тип хирургического вмешательства не предназначен для одного хирурга ... В операционной важна, несомненно, команда, в которой, помимо ассистентов-хирургов и хирургических сестер, анестезиолог играет основополагающую роль, что заслуживает особой награды.»

Рассел К. Брок, 1949

Глубокая гипотермическая остановка кровообращения (ГГОК) для хирургической коррекции дуги аорты у взрослых все еще ассоциируется с высоким уровнем летальности и осложнений. Кроме того, имеются существенные расхождения в выполнении этой сложной периоперативной техники. Вариации в практике ГГОК не были адекватно охарактеризованы и могут предоставить множество терапевтических возможностей для улучшения исхода и снижения риска процедуры. Недавно была создана Международная группа по исследованию дуги аорты, задачей которой является изучение оптимальной нейропротекции во время реконструкции грудного отдела аорты.

Ключевые слова: расслоение аорты; анестезия; мониторинг; глубокая гипотермическая остановка кровообращения; нейропротекция

«It is type of surgery that is not for the lone operator.. Team is of course essential in the operating theater, where in addition to the surgical and nursing assistants, the anesthesiologist plays a part of fundamental importance which deserves a special tribute.»

Russel C. Brock, 1949

Deep hypothermic circulatory arrest (DHCA) for the adult aortic arch repair is still associated with significant mortality and morbidity. Furthermore, there is significant variation in the conduct of this complex perioperative technique. The variation in the practice of DHCA has not been adequately characterized and may offer multiple therapeutic opportunities for outcome enhancement and reduction of procedural risk. The International Aortic Arch Study Group (IAASSG) was recently organized to investigate an optimal neuroprotection during the thoracic aortic reconstruction.

Keywords: aortic dissection; anesthesia; monitoring; deep hypothermic circulatory arrest; neuroprotection

DOI:10.15360/1813-9779-2019-2-36-52

Адресс для корреспонденции:

Джорж Силвэй
E-mail: george.silvay@msnyuhealth.org

Correspondence to:

George Silvay
E-mail: george.silvay@msnyuhealth.org

Введение

Расслоение аорты по типу А (РАА) определено в Стэнфордской классификации как расслоение восходящей аорты независимо от дистального размера. Дополнительно РАА определяется как проявление в течение 14 дней после клинического начала. Клиническое проявление после 2 недель от начала определяется как хроническое расслоение аорты по типу А. РАА — это один из острых аортальных синдромов, которые включают интрамуральную гематому и пенетрирующую язву [1].

Этиологии РАА включают гипертензию, атеросклероз, нарушения соединительной ткани, травму, инфекцию и операцию на сердце или сосудах в анамнезе. К унаследованным нарушениям, связанным с РАА, относятся аортопатии, связанные с синдромом Марфана, синдромом Эхлерса-Данлоса, синдромом Лойеса-Дитца и двустворчатым аортальным клапаном.

Тактика лечения РАА — срочная/неотложная операция после оптимальной медицинской стабилизации, включающей строгий контроль гипертензии и предотвращение разрыва [1–3].

Историческая справка

Первым наблюдавшимся заболеванием сердечно-сосудистой системы было расширение артерий. Наблюдения относятся к 1550-м годам до нашей эры и были сделаны в Египте. Гален позже ввел термин «аневризма». Прогресса в лечении аневризмы аорты не было до нового времени [4]. Делались попытки применять многие разные меры, однако их успех был ограниченным. В 1555 г. фламандский врач Везалиус, возможно, был первым, кто описал торакальные и абдоминальные аневризмы. В 1728 г. Ланциси описал этиологию и патологию аневризм. Позже английский хирург Джон Хантер начал лечить аневризмы периферических сосудов лигированием. В период с конца 1800-х годов до начала 1950-х хирурги также использовали разнообразные косвенные подходы, чтобы дать временное облегчение и предотвратить разрыв аорты. Сэр Вильям Ослер сказал: «Не существует болезни, которая бы в большей степени приводила к клинической смиренности, чем аневризмы аорты». В 1948 г. Рудольф Ниссен в Нью-Йорке смог обернуть целлофаном аневризму аорты Альберта Эйнштейна — известного ученого. Его аневризма разорвалась шесть лет спустя. Чарльз Дубост провел первую успешную резекцию аневризмы брюшной аорты в Париже 29 марта 1951 г. Реконструкция была выполнена трупным аллотрансплантатом аорты длиной 15 см. Анестезию проводил доктор ДюБуше [3–7]. Новая эра хирургического лечения аневризм аорты началась с внедрения и клинического применения экстрапульмонального кровообращения Гиббоном в 1953 г. (рис. 1, а) и Кирклином в 1956 г. [7–11]. Основными вехами развития в направлении современной клинической парадигмы были разжижение крови, гипотермия, гипотермическая остановка кровообращения, антероградная и ретроградная перфузия головного мозга, а также достижения в области анестетиков, фармакологии, мониторинга, эхокардиографии и интенсивной послеоперационной терапии. Эти

Introduction

A Type A aortic dissection (AAD) is specified in the Stanford classification as a dissection of the ascending aorta, regardless of the distal extent. Additionally, a Type AAD is defined as a presentation within 14 days of clinical onset. Clinical presentation after 2 weeks of onset is defined as a chronic Type A aortic dissection. A Type AAD is one of the acute aortic syndromes that include intramural hematoma and penetrating ulceration [1].

Etiologies of the AAD include hypertension, atherosclerosis, connective tissue disorders, trauma, infection, and previous cardiac or vascular surgery. The inherited disorders associated with the AAD include the aortopathies associated with Marfan syndrome, Ehler-Danlos syndrome, Loeys-Dietz syndrome, and the bicuspid aortic valve.

Management of the AAD is urgent—emergent surgery after optimal medical stabilization, including strict control of hypertension and prevention of rupture [1–3].

Historical Notes

The first observed disease of cardiovascular system was dilatation of arteries. Observations dated back to the 1550s BC in Egypt. Galen later introduced the term «aneurysm». The treatment of an aortic aneurysm did not progress until modern times [4]. Many different measures were tried, but their success was limited. In 1555, Flemish Physician Vesalius became probably the first to describe thoracic and abdominal aneurysms. In 1728, Lancisi described the etiology and pathology of aneurysms. Later, the English surgeon John Hunter started to treat aneurysms of the peripheral vessels by ligation. Between the late 1800s and early 1950s, surgeons also used a variety of indirect approaches to provide palliation and prevent the aortic rupture. Sir William Osler stated «there is no disease more conducive to clinical humility than aneurysms of the aorta». In 1948, Rudolph Nissen in New York was able to wrap with cellophane the aortic aneurysm of Albert Einstein, the renowned scientist. His aneurysm ruptured six years later. Charles Dubost performed the first successful resection of an abdominal aortic aneurysm in Paris on March 29, 1951. Reconstruction was performed by utilizing a 15-cm-long cadaver aortic homograft. Anesthesia was given by Doctor DuBouchet [3–7]. The new era of surgical treatment of aortic aneurysms was launched with the introduction and clinical application of cardiopulmonary bypass by Gibbon in 1953 (Fig. 1, a) and Kirklin in 1956 [7–11]. The major milestones in the development towards the contemporary clinical paradigm included hemodilution, hypothermia, hypothermic circulatory arrest, antegrade and retrograde cerebral perfusion, as well as advances in anesthetics, pharmacology, monitoring, echocardiography, and intensive postoperative care. These multi-

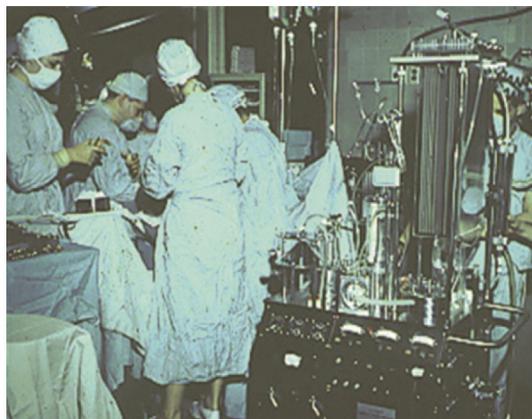
многочисленные разработки способствовали разработки способа реконструкции восходящей аорты и дуги аорты при РАА [12].

Работы Медицинского Центра «Маунт-Синай», Нью-Йорк, в области аорты

Больница «Маунт-Синай» открылась на Манхэттене в Нью-Йорке 5 июня 1852 г. и быстро достигла статуса полностью функционирующей больницы на 45 коек. В 1872 г. больница переехала и расширилась до 120 коек. 15 марта 1904 г. здание на перекрестке Пятой Аvenues и Стрита 100 стало новым домом больницы «Маунт-Синай». Расширение — десять павильонов и 456 коек — предоставило возможность для расширения программы лечения пациентов и исследований [13]. Быстрый рост торакальной хирургии стал ощутимым и привел к признанию во всем мире достижению, которым стала резекция легких, выполненная доктором Говардом Лилиенталем, которая проводилась под внутритрахеальной анестезией, проведенной доктором Чарльзом Элсбергом [14]. В 1960-х гг. была начата программа современной кардиоторакальной хирургии под руководством доктора Роберта Литвака и доктора Говарда Гэдбойза из Флориды [4]. Клиническая программа быстро расширялась и стала включать действующую научно-исследовательскую лабораторию. В 1970-х доктор Литвак открыл отделение кардиоторакальной интенсивной терапии и реанимации. В 1985 г. был приглашен доктор Рэндалл Грипп, чтобы возглавить отделение кардиоторакальной хирургии в больнице «Маунт-Синай». Доктор Грипп (рис. 1, *b*) продвигал метод глубокой гипотермической остановки кровообращения у взрослых для хирургической коррекции дуги аорты [15]; он оставался лидером хирургии грудного отдела аорты, включая РАА, больше 20 лет.

Работы Университета Пенсильвании в области аорты

Университет Пенсильвании был основан в 1751 г. Бенжаминем Франклином в городе Филадельфия. В 1765 г. Джон Морган организовал медицинский факультет для школы медицины. В то время Университет Пенсильвании был первой медицинской школой в американских колониях и, соответственно, является самым старым в Соединенных Штатах Америки [16]. Главой кардиоторакальной хирургии в Университете Пенсильвании до Второй мировой войны был доктор Джордж Мюллер, который специализировался на болезнях легких. Доктор Джулиан Джонсон возглавлял кардиоторакальную хирургию с 1938 г. по 1972 г. Он отстаивал операции на открытом сердце в Университете Пенсильвании, в том числе процедуры на аорте, был Президентом Американской Ассоци-



a



b

Рис. 1. Исторические фотографии.

Fig. 1. Historical photos.

Note. *a* — The Mayo-Gibbon heart-lung machine was used for the complex cases at the Mount Sinai Hospital, New York in 1960s. From the author's personal collection; *b* — Surgeons Randall B. Griep (left) and Denton A. Cooley (right) with Anesthesiologist Salwa S. Shenaq (middle). Obtained with permission from Dr. Shenaq's personal collection.

Примечание. *a* — в 60-х годах прошлого века в сложных случаях в больнице «Маунт-Синай» в Нью-Йорке использовали аппарат «искусственное сердце — легкие» Майо-Гиббона. Из личной коллекции автора; *b* — Хирурги Рэндалл Б. Грипп (слева) и Дентон А. Кули (справа) с анестезиологом Сальвой С. Шенак (в центре). Получено с разрешения из личной коллекции доктора Шенака.

ple developments facilitated the development of the technique for reconstruction of the ascending aorta and aortic arch for a Type AAD [12].

Aortic Perspective from Mount Sinai in New York

The Mount Sinai Hospital opened in Manhattan, New York on June 5, 1852 and rapidly achieved the fully functioning status with 45 beds. In 1872, the hospital moved and expanded to 120 beds. On March 15, 1904, Fifth Avenue at 100th Street became a new home of the Mount Sinai Hospital. The expanding fa-

ции торакальных хирургов (AATS) и являлся редактором учебника «Хирургия грудной клетки». Доктор Джозеф Бавария основал в Университете программу аорты грудного отдела и ввел системный междисциплинарный подход к сложным болезням аорты, таким как острая РАА; эта программа продолжается под его руководством до сегодняшнего дня [17].

Нынешняя ситуация — РАА

РАА — это тяжелое угрожающее жизни заболевание с высоким уровнем смерти в целом, если его не лечить. Смертность составляет 50%, если операцию не провести в течение 24–48 часов, при этом смертность составляет 1–2% в час в этот критический период. Тактика анестезии и хирургическое лечение РАА затруднены, особенно у пациентов старшего возраста. Ранняя диагностика и стабилизация, своевременное направление в центр по лечению болезней аорты и транспортировка непосредственно в операционную для проведения дальнейшей тактики всей командой существенно снижают смертность. Высококачественная и своевременная коммуникация внутри всей команды в операционной (анестезия, хирургия и перфузия) очень важна для разработки общей стратегии оптимизации лечения нестабильного пациента перед операцией. Предоперационный этап должен быть максимально сокращен, учитывая, что пациент может умереть от разрыва аорты во время лишних задержек. Роль команды анестезиологов в такой ситуации — стабилизировать состояние пациента при поступлении в операционную, включая получение точных данных от службы доставки, получение информированного согласия, если это возможно, обеспечение анальгезии и гемодинамического контроля, а также обеспечение внутривенного и артериального доступа. Крупные центры по лечению болезней аорты ассоциируются со значительным снижением смертности. В таких ситуациях всегда готова операционная для диагностического, терапевтического и хирургического вмешательства. Кроме того, для команды анестезиологов критически важно обеспечить наличие совместимой крови и организовать полную подготовку к возможной реанимации и срочному хирургическому вмешательству [17–19].

Новый взгляд на РАА

Международная группа по исследованию дуги аорты (IAASSG): Прогресс и дальнейшее продвижение в области реконструкции дуги аорты и РАА замедляли такие факторы, как ограниченность клинических испытаний, недостаточность однородного определения клинических результатов и многочисленные разные технические стратегии. В попытке устранить этот сбой в доказательствах недавно была создана группа IAASSG, объединяющая 41 хирурга из 10 стран. Эта многоцентровая группа

— ten pavilions and 456 beds, provided the opportunity for the increased patient care program and research [13]. Rapid growth of thoracic surgery was notable and led to the world-acclaimed accomplishment in pulmonary resection by Dr Howard Lilienthal, under intratracheal anesthesia administered by Dr Charles Elsberg [14]. In 1960s, a modern cardiothoracic surgery program was initiated under the leadership of Dr Robert Litwak and Dr Howard Gadboys from Florida [4]. A clinical program rapidly expanded and included an active research laboratory. In 1970s, Dr Litwak opened the Cardiothoracic Intensive Care Unit. In 1985, Dr Randall Griep was recruited as a Chair of the Department for Cardiothoracic Surgery at Mount Sinai. Dr Griep (Fig. 1, b) promoted the technique of a deep hypothermic circulatory arrest in adults for the surgical repair of an aortic arch [15]; he remained the leader in thoracic aortic surgery including a Type AAD for a period of over 20 years.

Aortic Perspective from the University of Pennsylvania

The University of Pennsylvania was founded in 1751 by Benjamin Franklin in the city of Philadelphia. In 1765, John Morgan organized a medical faculty for the school of medicine. The University of Pennsylvania was the first medical school in the American colonies at the time and, consequently, the oldest in the United States of America [16]. The chief of cardiothoracic surgery at Penn before the World War 2 was Dr George Muller who had a special interest in the lung diseases. Dr Julian Johnson was a chief of cardiothoracic surgery from 1938 until 1972. He championed open-heart surgery at Penn, including aortic procedures, served as a President of the American Association of the Thoracic Surgery (AATS), and was an editor of the textbook *Surgery of the Chest*. Dr Joseph Bavaria founded the thoracic aortic program at Penn, introducing a systematic multidisciplinary approach to the complex aortic diseases such as an acute Type AAD, that has continued under his leadership until present [17].

Present situation — a type AAD

A Type AAD is a severe life-threatening disease with a high overall mortality when untreated. Mortality rate is 50% if surgery is delayed beyond 24–48 hours with the average mortality rate of 1–2% per hour in this critical period. The anesthetic management and surgical treatment of a Type AAD is challenging, especially for the senior patients. Early diagnosis and stabilization, prompt referral to an aortic center, and direct transportation to the operating room for further team-based management significantly reduce mortality. High-quality and prompt communication between the entire OR team (anesthesia, surgery, and perfusion) is very important for the development of an overall strategy of optimization of an unstable patient in the preoperative period. The preoperative phase should be

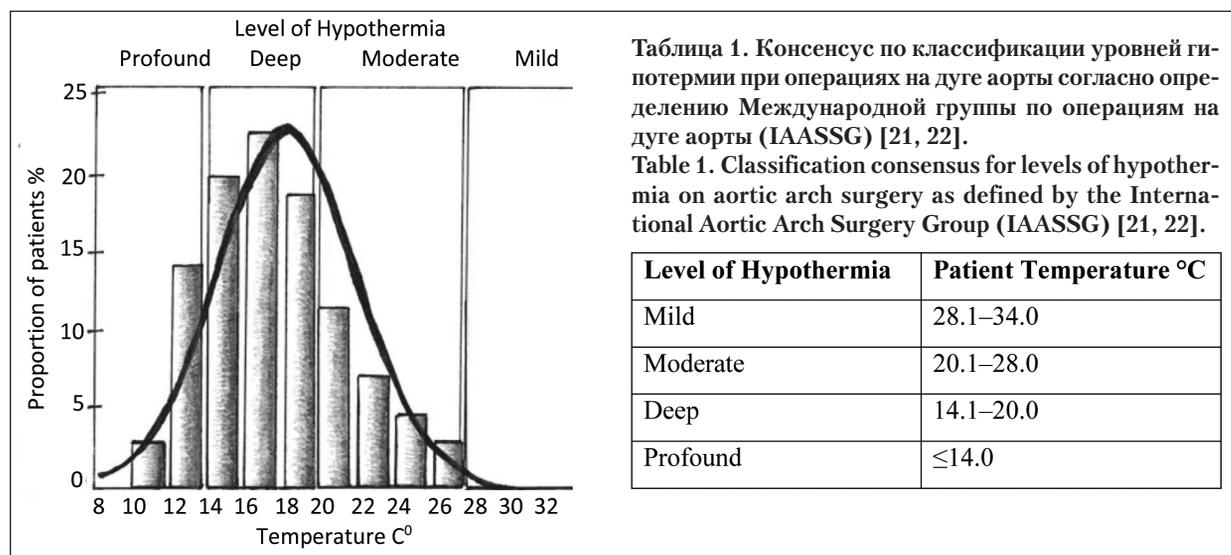


Рис. 2. Взаимосвязь между назофарингеальной температурой и электроцеребральным молчанием во время охлаждения на АИК [21–22].

Fig. 2. The relationship between nasopharyngeal temperature and the electrocerebral silence during cooling on cardiopulmonary bypass [21–22].

Примечание. Для рис. 2 и табл. 1: proportion of patients — доля пациентов; level of Hypothermia — уровень гипотермии; profound — очень глубокая; deep — глубокая; moderate — умеренная; mild — слабая.

Таблица 1. Консенсус по классификации уровней гипотермии при операциях на дуге аорты согласно определению Международной группы по операциям на дуге аорты (IAASSG) [21, 22].

Table 1. Classification consensus for levels of hypothermia on aortic arch surgery as defined by the International Aortic Arch Surgery Group (IAASSG) [21, 22].

Level of Hypothermia	Patient Temperature °C
Mild	28.1–34.0
Moderate	20.1–28.0
Deep	14.1–20.0
Profound	≤14.0

IAASSG планирует расширить существующую доказательную базу для процедур на дуге аорты у взрослых путем выработки консенсуса, разработки большой многоцентровой базы данных и рандомизированных контролируемых клинических исследований адекватной мощности. Группа IAASSG недавно разработала и опубликовала определение клинических точек для гипотермии при операциях на дуге аорты (табл. 1, рис. 2). Совместные усилия группы IAASSG является поворотным моментом в хирургическом лечении патологий, связанных с аневризмой аорты, включая РАА. Ее консенсус, анализ данных и проспективные многоцентровые исследования, скорее всего, продвинут и распространят науку и проведение этих сложных хирургических процедур по всему миру, что приведет к дальнейшему системному улучшению клинических результатов [20, 21].

План анестезии для оперативного лечения РАА — это общая эндотрахеальная анестезия с интенсивным мониторингом, который будет обсуждаться подробно в последующих специальных разделах. Нестабильные клинические проявления острого РАА включают острую регургитацию аорты, коронарную ишемию, тампонаду сердца и разрыв аорты (табл. 2). Эти сложные клинические проявления зачастую сопровождаются гемодинамической нестабильностью, которая может существенно осложнить индукцию общей анестезии. Хотя эндотрахеальная трубка с одним просветом обычно является интубационной трубкой выбора, для облегчения селективной вентиляции легких при увеличенном хирургическом доступе может потребоваться эндотрахеальная

appropriately abbreviated given that the patient can succumb from an aortic rupture during unnecessary delays. The role of the anesthesia team in this situation is to stabilize the patient on the admission to the OR, including taking an accurate report from the transport team, obtaining informed consent when possible, providing analgesia and hemodynamic control, as well as securing intravenous and arterial access. High-volume aortic centers are associated with the significant reduction in mortality. In such institutions, a modern operating room is readily available for the diagnostic, therapeutic, and surgical interventions. Moreover, it is essential for the anesthesia team to ensure the availability of compatible blood and to arrange all preparations for eventual resuscitation and emergent surgical intervention [17–19].

New Perspectives on a Type AAD

The International Aortic Arch Study Group (IAASSG). The progress and further advances in a Type AAD and aortic arch reconstruction has been hampered by such factors as clinical trials with limited power, paucity of a uniform definition of clinical endpoints, and multiple different technical strategies. In an effort to address this evidence malfunction, the IAASSG was recently organized connecting 41 surgeons from 10 countries. This multicenter IAASSG plans to expand the current evidence base for the adult aortic arch procedures through the consensus development, large multicenter database development, and adequately powered randomized controlled clinical studies. The IAASSG recently developed and published the definition of clinical points for hypothermia in aortic arch surgery (Table 1,

Таблица 2. План анестезии в зависимости от клинического проявления острого РАА.
Table 2. Anesthetic plan in depends on clinical presentations of an acute Type AAD.

Клиническое проявление	План анестезии для поддержания сердечного выброса	Clinical presentation	Anesthetic plan to maintain cardiac output
Регургитация аорты (несколько механизмов)	Синусовая тахикардия; системная вазодилатация: хорошо подходит титрированный пропофол	Aortic regurgitation (multiple mechanisms)	Sinus tachycardia; systemic vasodilation: titrated propofol is very suitable
Коронарная ишемия (коронарное расслоение)	Избегать повышенной потребности миокарда в кислороде из-за тахикардии и гипертензии: хорошо подходит титрированный этомидат. Может потребоваться инотропная поддержка.	Coronary ischemia (coronary dissection)	Avoid increased myocardial oxygen demand due to tachycardia and hypertension: titrated etomidate is very suitable. Inotropic support may be required.
Тампонада сердца (локализованный разрыв аорты)	Синусовая тахикардия; системная вазоконстрикция: хорошо подходит титрированный кетамин	Cardiac tamponade (contained aortic rupture)	Sinus tachycardia; systemic vasoconstriction: titrated ketamine is very suitable
Гиповолемия (нелокализованный разрыв аорты)	Восполнение ОЦК: хорошо подходит титрированный кетамин или этомидат	Hypovolemia (uncontained aortic rupture)	Volume resuscitation: titrated ketamine or etomidate are very suitable
Вазоплегия (тяжелый метаболический ацидоз; ишемия спинного мозга)	Восстановление сосудистого тонуса титрированным прессором и бикарбонатом натрия: хорошо подходит титрированный кетамин	Vasoplegia (severe metabolic acidosis; spinal ischemia)	Restore vascular tone with titrated pressor and sodium bicarbonate: titrated ketamine is very suitable

трубка с двумя просветами. Цели индукции анестезии в этих условиях включают гемодинамический контроль с особым упором на поддержании приемлемого уровня преднамеренной гипотензии, чтобы избежать разрыва аорты из-за избыточной нагрузки на стенку вследствие гипертензии. Цели индукции анестезии в оперативном ведении хроническим РАА включают поддержание гемодинамической стабильности с учетом сопутствующей регургитации аорты и предупреждение гипертензии, чтобы ослабить нагрузку на стенку в сегментах аорты, где присутствует аневризма. Кроме того, аневризма грудного отдела аорты может вызвать компрессию жизненно необходимых структур средостения, таких как трахеобронхиальное дерево, пищевод, легочная артерия и выводной отдел правого желудочка. Эта анатомическая компрессия может осложнить индукцию анестезии.

Тактика анестезии

Поддержание анестезии при этих сложных процедурах обычно представляет собой сбалансированную схему, титрированную для достижения адекватной анальгезии (с помощью опиоидного средства, например, фентанила), амнезии (с помощью ингаляции пареообразного анестетика, например, изофлурана и/или бензодиазепина, например, мидазолама), и нервно-мышечной блокады (с помощью парализующих средств, например, панкурониума, векурониума или рокурониума). Схема анестезии должна вводиться гибко с учетом вносящих изменения факторов, таких как показания у конкретного пациента, продолжительность в кон-

Fig. 2). The collaborative effort from the IAASSG is a turning point in the surgical management of aortic aneurysm pathologies, including a Type AAD. Their consensus, data analysis and prospective multicenter trials will likely advance and disseminate the science and conduct of these complex surgical procedures globally, leading to further improvements in clinical results in a systematic fashion [20, 21].

The anesthetic plan for operative management of a Type AAD is the general endotracheal anesthesia with extensive monitoring that will be discussed in detail in subsequent dedicated sections. The unstable clinical presentations of an acute Type AAD include acute aortic regurgitation, coronary ischemia, cardiac tamponade, and aortic rupture (Table 2). These challenging clinical presentations are often accompanied by hemodynamic instability that can significantly complicate the induction of general anesthesia. Although a single-lumen endotracheal tube is typically the airway of choice, a double-lumen endotracheal tube may be required to facilitate selective lung ventilation for enhanced surgical exposure. The goals of anesthetic induction in this setting include hemodynamic control with particular care to maintain an acceptable degree of deliberate hypotension so as to avoid aortic rupture due to the excessive wall stress from hypertension. The goals of the anesthetic induction in operative management of a chronic Type AAD include the maintenance of hemodynamic stability, taking into account concomitant aortic regurgitation and avoiding hypertension to relieve wall stress in the aneurysmal aortic segments. Furthermore, a thoracic aortic aneurysm can cause compression of vital mediastinal structures such as a tracheobronchial tree,

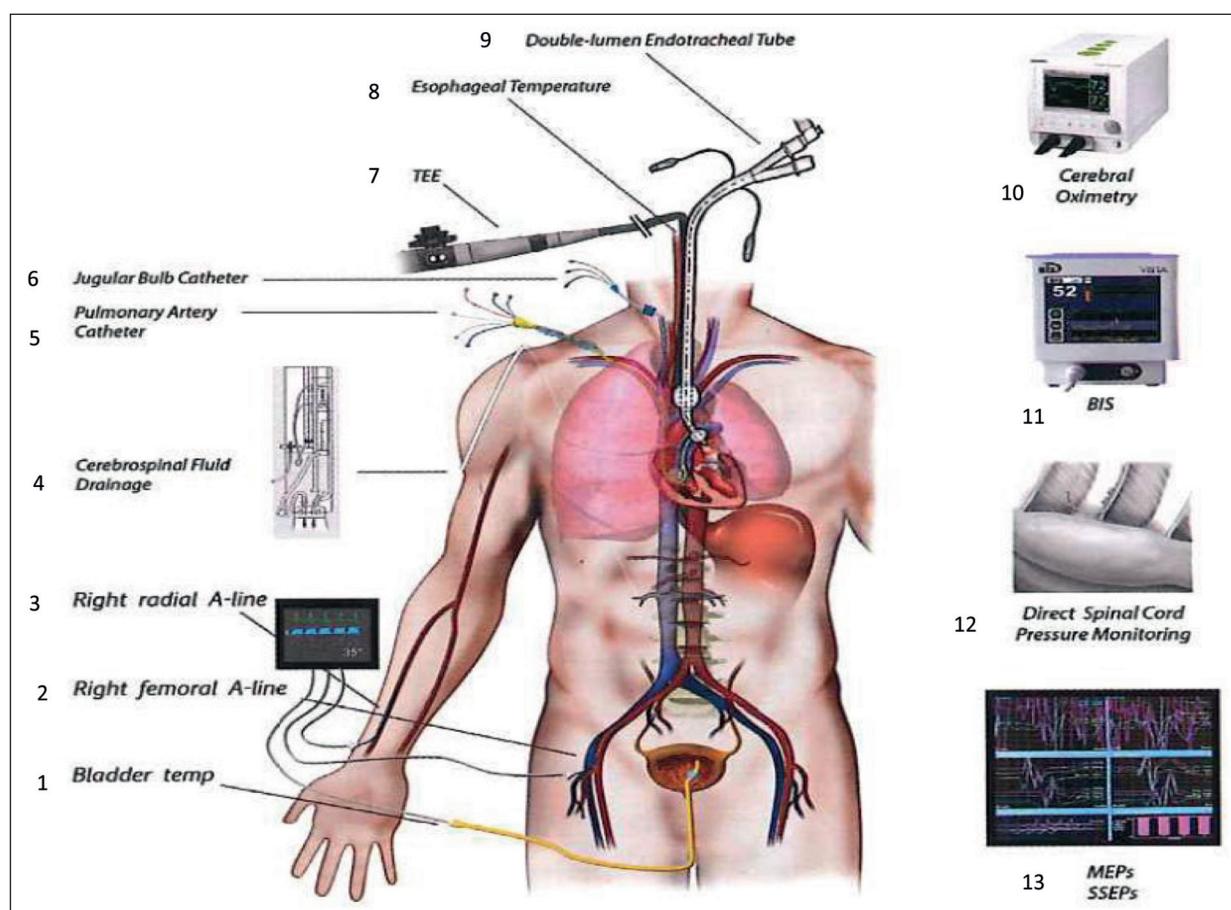


Рис. 3. Стандартный мониторинг у пациентов, оперируемых на аорте в медицинском центре «Маунт-Синай». Из личной коллекции автора.

Fig. 3. Standard monitoring in patients undergoing aortic surgery at the Mount Sinai Hospital. From the author's personal collection.

Примечание. 1 – температура мочевого пузыря; 2 – правая бедренная А-линия; 3 – правая радиальная А-линия; 4 – дренаж спинномозговой жидкости; 5 – катетер в легочной артерии; 6 – катетер в луковиче яремной вены; 7 – тройник; 8 – эзофагальная температура; 9 – двухпросветная эндотрахеальная трубка; 10 – церебральная оксиметрия; 11 – биоинструментальная система; 12 – прямой мониторинг давления спинного мозга; 13 – моторные вызванные потенциалы. Соматосенсорные вызванные потенциалы.

кретном случае, степень гипотермии, массовая кровопотеря и гемодилюция, а также нейромониторинг, например, ЭЭГ.

Мониторинг во время анестезии (рис. 3, 4)

Инвазивный мониторинг кровяного давления. Непрерывное точное измерение кровяного давления с инвазивным мониторингом существенно необходимо в течение всей продолжительности в этих случаях из-за таких факторов, как гемодинамическая нестабильность, хрупкость аорты и сложное проведение гипотермического экстракорпорального кровообращения (ЭКК) с непulsирующим потоком. Вторым равноценно важным обоснованием для постоянной артериальной линии является необходимость частого измерения газов артериальной крови для направления ведения анестезии. Выбор места артериальной канюляции для этих целей должен учитывать такие вносящие изменения факторы, как план операции и

esophagus, pulmonary artery and right ventricular outflow tract. This anatomic compression may complicate anesthetic induction.

Anesthetic Managment

The anesthetic maintenance in these complex procedures is typically a balanced regimen titrated to achieve adequate analgesia (with an opioid such as fentanyl), amnesia (with a volatile inhalational anesthetic such as isoflurane and/or benzodiazepine such as midazolam), and neuromuscular blockade (with paralyzing agents such as pancuronium, vecuronium or rocuronium). The anesthetic regimen must be flexibly administered to accommodate modifying features such as patient-specific indications, case length, degree of hypothermia, major blood loss and hemodilution, and neuromonitoring such as EEG.

Monitoring During Anesthesia (Fig. 3, 4)

Invasive blood pressure monitoring. A continuous accurate measurement of the blood pressure with

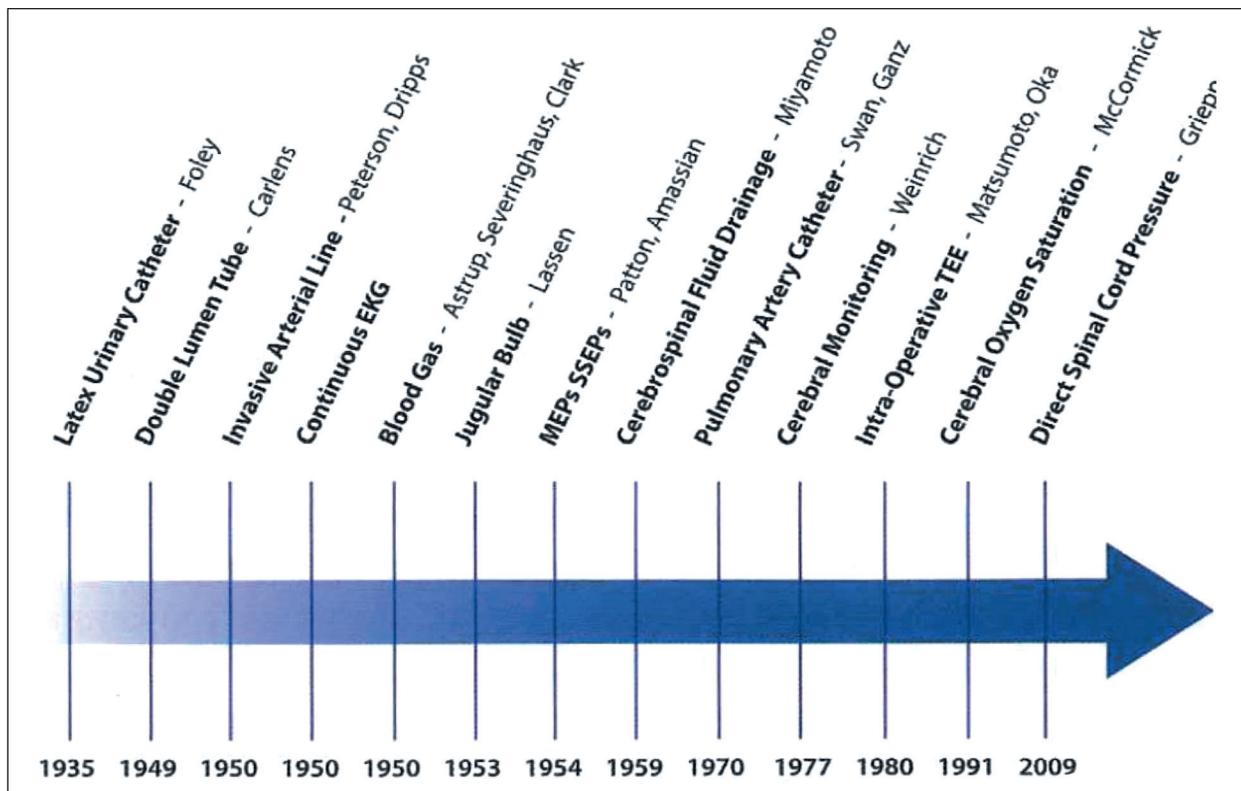


Рис. 4. Время и авторы некоторых самых важных открытий для мониторинга при операциях на аорте. Из личной коллекции автора.

Fig. 4. Timeline with some of the most important discoveries in monitoring for aortic surgery. From the author's personal collection.

Примечание. С 1935 г. и далее: латексный урологический катетер — Фолей; двухпросветная трубка — Карленс; инвазивная артериальная линия — Петерсон, Дриппс; непрерывная ЭЭГ; газы крови — Аструп, Северингхаус, Кларк; луковица яремной вены — Лассен; моторные вызванные потенциалы, соматосенсорные вызванные потенциалы — Паттон, Амассиан; дренаж спинномозговой жидкости — Мильямото; катетер в легочную артерию — Сван, Ганц; церебральный мониторинг — Вайнрих; внутри-операционный трейник — Мацумото, Ока; церебральная сатурация кислорода — макКормик; time yeas — время, годы.

характер расслоения ветви аорты. Например, правая радиальная артериальная линия может не подойти в случае экстенсивного безымянного расслоения с холодной правой верхней конечностью. Хотя правая радиальная артериальная линия может быть показана в случае плановой канюлизации правой подмышечной артерии для мониторинга перфузии правой верхней конечности и направления проведения антеградной перфузии головного мозга, она не будет надежным индикатором системной перфузии, поэтому для этой цели может быть показана вторая артериальная линия. Высококачественное взаимодействие между всеми членами команды часто способствует гладкому принятию таких решений.

Инвазивный мониторинг центрального давления. Показания к центральной венозной канюлизации в этих условиях включают сосудистый доступ большого диаметра для восполнения ОЦК, надежный внутривенный путь введения вазоактивных средств и доступ для катетеризации легочной артерии. В этих сложных случаях очень удобен оксиметрический катетер для легочной артерии для мониторинга центральных давлений, сердечного

invasive monitoring is essential throughout these cases due to such factors as hemodynamic instability, aortic fragility, and complex conduct of hypothermic cardiopulmonary bypass (CPB) with non-pulsatile flow. A second equally important rationale for an indwelling arterial line is the requirement for a frequent arterial blood gas measurement to guide anesthetic management. The selection of the site of arterial cannulation for these purposes should consider such modifying factors as the surgical plan and the pattern of an aortic branch dissection. For example, a right radial arterial line may not be suitable in the case of an extensive innominate dissection with a cold right upper extremity. Although a right radial arterial line may be indicated in the case of the planned right axillary artery cannulation to monitor right upper extremity perfusion and to guide the conduct of antegrade cerebral perfusion, it is not a reliable indicator of systemic perfusion and so a second arterial line elsewhere may be indicated for this purpose. High-quality communication between all team members will often smoothly facilitate these decisions.

Invasive central pressure monitoring. The indications for central venous cannulation in this set-

выброса и системного васкулярного сопротивления в реальном времени не только в операционной, но также впоследствии в ОРИТ, учитывая большую вероятность гемодинамической нестабильности перед и после ЭКК. Особым показанием для мониторинга центрального венозного давления является мониторинг давления для направления проведения ретроградной перфузии головного мозга во время коррекции дуги аорты. В этих условиях давление измеряется на уровне яремной внутренней вены выше конца перфузионной канюли в полую верхнюю вену. Цель состоит в поддержании центрального венозного давления в диапазоне 15–20 мм рт. ст., чтобы не допустить отека головного мозга. Кроме того, это давление можно отслеживать непрерывно во время реконструкции дуги аорты, чтобы можно было тщательно титровать скорость потока для оптимальной доставки вспомогательного средства при этой перфузии головного мозга [22].

Мониторинг температуры. Точный мониторинг температуры критичен для направления ведения гипотермической ЭКК в целях оптимальной нейропротекции во время реконструкции грудного отдела аорты, как указано в консенсусе группы IAASSG в отношении гипотермии при хирургических вмешательствах на дуге аорты [20, 21]. Хотя для мониторинга температуры возможно множество мест, таких как барабанная перепонка, носоглотка, пищевод, мочевого пузыря и прямая кишка, актуален вопрос о том, какое место лучше всего отражает температуру мозга, учитывая, что успешность гипотермии для нейропротекции зависит от подавления метаболизма. Исходя из результатов двух исследований, температура носоглотки давала очень точные приближения к температуре мозга по всему гипотермическому спектру [23, 24]. В этих исследованиях, проводившихся на закрытой грудной клетке, температура носоглотки в среднем отличалась от температуры мозга примерно на 0,5 °C в течение всего времени охлаждения и согревания. Хотя мониторинг температуры в дистальном отделе пищевода был немного более точным, чем в носоглотке, группа IAASSG не рекомендует мониторинг температуры в дистальном отделе пищевода, так как операция на ПАА является ситуацией открытой грудной клетки с соответствующей потерей тепла из этого места. Мониторинг температуры в мочевом пузыре и прямой кишке не совсем точно отражает температуру мозга во время гипотермической ЭКК. Эти температуры зачастую отстают от температур носоглотки, являясь значительно теплее на этапе охлаждения и значительно холоднее на этапе согревания. В свете всех этих факторов консенсус экспертов группы рекомендовал носоглотку для мониторинга температуры в целях направления проведения гипотермической ЭКК при реконструкции дуги аорты, включая ПАА [23].

ting include large bore vascular access for volume resuscitation, reliable intravenous route for administration of vasoactive agents, and access for pulmonary artery catheterization. An oximetric pulmonary arterial catheter is very useful in these challenging cases to monitor central pressures, cardiac output and systemic vascular resistance in real time not only in the operating room but also, subsequently, in the intensive care unit, given the abundant potential for hemodynamic instability before and after CPB. A special indication for central venous pressure monitoring is for pressure monitoring to guide the conduct of retrograde cerebral perfusion during an aortic arch repair. In this setting, the pressure is transduced at the level of the internal jugular vein above the tip of the perfusion cannula in the superior vena cava. The goal is to maintain the central venous pressure in the 15–20 mmHg range to avoid cerebral edema. Furthermore, this pressure can be continuously monitored during the aortic arch reconstruction to allow meticulous titration of flow rate for optimal delivery of this cerebral perfusion adjunct [22].

Temperature monitoring. Accurate temperature monitoring is essential to guide the management of hypothermic CPB for optimal neuroprotection during thoracic aortic reconstruction as outlined in the IAASSG consensus for hypothermia in aortic arch surgery [20, 21]. While multiple sites for temperature monitoring such as a tympanum, nasopharynx, esophagus, bladder and rectum are possible, the pertinent question is which site best reflects brain temperature, given that the success of hypothermia for neuroprotection depends on metabolic suppression. Based on results from 2 studies, nasopharyngeal temperature provided very accurate approximations of brain temperature throughout the hypothermic spectrum [23, 24]. In these closed chest studies, the nasopharyngeal temperature had a mean difference of about 0.5°C from brain temperature throughout cooling and rewarming. Although temperature monitoring in the distal esophagus was a little more accurate than in the nasopharynx, the distal esophagus temperature monitoring is not recommended by the IAASSG since surgery for a Type AAD is in the setting of an open chest with consequent heat loss from this site. Temperature monitoring in the bladder and rectum does not accurately reflect brain temperature during hypothermic CPB. These temperatures often lag behind nasopharyngeal temperatures, being significantly warmer during the cooling phase and significantly colder during the rewarming phase. In light of all these considerations, the IAASSG expert consensus has recommended the nasopharynx for temperature monitoring to guide the conduct of hypothermic CPB for aortic arch reconstruction, including a Type AAD [23].

Transesophageal echocardiography (TEE). TEE is a major imaging modality for perioperative evaluation of the thoracic aorta [25, 26]. Comprehensive TEE has major advantages in the diagnosis and

Чреспищеводная эхокардиография (ЧПЭхоКГ). ЧПЭхоКГ является основным методом визуализации в целях периоперативной оценки грудного отдела аорты [25, 26]. Полная ЧПЭхоКГ имеет существенные преимущества в диагностике и ведении РАА. ЧПЭхоКГ стала стандартным компонентом планового периоперативного подхода к РАА в обладающих большим опытом центрах по болезням аорты. Убедительную поддержку этого применения ЧПЭхоКГ дало недавнее одноцентровое наблюдательное исследование ($n=64$), в котором было документировано, что ЧПЭхоКГ подтвердила диагноз у 97% пациентов, достоверно выявила и количественно определила сопутствующие кардиологические осложнения, продемонстрировала новые результаты визуализации у 64% пациентов и существенным образом изменила план операции у 39% пациентов. Большим ограничением ЧПЭхоКГ является слепое пятно, а именно, ее неспособность визуализировать дистальный отдел восходящей аорты и проксимальный отдел дуги аорты из-за наполненного воздухом трахеобронхиального дерева, которое находится между пищеводом и грудным отделом аорты на этом уровне. Модифицированная ЧПЭхоКГ может преодолеть это ограничение благодаря размещению наполненного жидкостью баллона в трахее, который позволяет точно визуализировать всю дугу аорты, включая брахиоцефальные сосуды [12, 26–28]. Усиленная визуализация этих участков грудного отдела аорты может значительно помочь при канюлировании истинного просвета в расслоившейся восходящей аорте для ЭКК-метода, набирающего обороты в ведущих центрах по болезням аорты в качестве альтернативного пути использования преимуществ центрального артериального канюлирования при РАА. Другой альтернативой для центрального артериального канюлирования в целях ЭКК при РАА является безымянная артерия. Она легко доступна в хирургическом поле после стернотомии, не требует графта с анастомозом и одновременно дает все преимущества подмышечного канюлирования. Существенную роль в ЧПЭхоКГ при РАА играет полный анализ аортального клапана для количественной оценки тяжести и механизма регургитации аорты [29, 30]. Основной вопрос вмешательства в такой ситуации – можно ли откорректировать нативный клапан. Тщательный анализ эхокардиограммы может точно определить механизмы, облегчая принятие решения о том, будет ли аортальный клапан корректироваться или заменяться [30]. Целостность коррекции аортального клапана можно надежно оценить после отключения от ЭКК согласно стандартным критериям. Хотя ЧПЭхоКГ является золотым стандартом оперативной тактики ведения РАА, делающий эхокардиографию специалист должен оставаться бдительным, чтобы не было ложно положительной интерпретации.

management of a Type AAD. TEE has become a standard component of the programmatic perioperative approach of a Type AAD at experienced aortic centers. In strong support of this TEE application, a recent single center observational trial ($N=64$) documented that TEE confirmed the diagnosis in 97% of patients, reliably detected and quantified the associated cardiac complications, demonstrated new imaging findings in 64% of patients, and significantly altered the surgical plan in 39% of patients. A major limitation of TEE is the blind spot, namely its inability to image the distal ascending aorta and proximal aortic arch due to the air-filled tracheobronchial tree that lies between the esophagus and thoracic aorta at this level. Modified TEE can overcome this limitation with the placement of a fluid-filled balloon in the trachea that permits accurate visualization of the entire aortic arch, including the brachiocephalic vessels [12, 26–28]. Enhanced imaging of these thoracic aortic segments can significantly guide cannulation of a true lumen in the dissected ascending aorta for CPB, a technique that is gaining traction at leading aortic centers as an alternative route to harness the advantages of central arterial cannulation in a Type AAD. Another alternative for central arterial cannulation for CPB in a Type AAD is the innominate artery. It is readily accessible in the surgical field after sternotomy, avoids the requirement for an anastomosed graft, and yet offers all the advantages of axillary cannulation. A major role for TEE in a Type AAD is the comprehensive analysis of the aortic valve to quantify the severity and mechanism of aortic regurgitation [29, 30]. The main interventional question in this setting is whether the native valve can be repaired. Careful echocardiographic analysis can precisely delineate the mechanisms to guide decision-making about whether to repair or replace the aortic valve [30]. The integrity of the aortic valve repair can also be rigorously assessed after separation from CPB according to the standard criteria. Although TEE is the gold standard in the operative management for a Type AAS, the echocardiographer must remain vigilant for the false positive interpretation.

Cerebral oximetry for neuroprotection in a Type AAD. Cerebral oximetry via bilateral sensors on the forehead can be measured noninvasively by near-infrared spectroscopy (NIRS). The emission of near-infrared light in this setting allows the analysis of the reflected light to measure oxygenated and deoxygenated hemoglobin. The regional oxygen saturation (rSO_2) is calculated as the ratio of oxygenated hemoglobin to total hemoglobin, defined as oxygenated hemoglobin divided by the sum of oxygenated and deoxygenated hemoglobin. The determination of rSO_2 is not only noninvasive but also continuous as it is updated every few seconds to monitor the balance between cerebral oxygen delivery and consumption in a local section of the brain. Although there is a spectrum of commercial NIRS devices, the evidence base to guide device selection and utilization of NIRS is still

Церебральная оксиметрия для нейропротекции при РАА. Церебральную оксиметрию с помощью двухсторонних датчиков на лбу можно измерять неинвазивно путем ближней инфракрасной спектроскопии (БИКС). Излучение в ближней инфракрасной области света в этой ситуации позволяет анализировать отраженный свет для измерения оксигемоглобина и дезоксигемоглобина. Регионарная сатурация кислорода (rSO_2) вычисляется как отношение оксигемоглобина к общему гемоглобину, определяемое путем деления значения оксигемоглобина на сумму значений оксигемоглобина и дезоксигемоглобина. Определение rSO_2 не только неинвазивно, но также и непрерывно, так как обновляется каждые несколько секунд для мониторинга баланса между церебральной доставкой кислорода и его потреблением на локальном участке мозга. Хотя имеется ассортимент коммерческих устройств БИКС, доказательная база для направления выбора и использования устройства БИКС все еще ограничена. Несмотря на это ограничение, БИКС была постепенно принята для мониторинга перфузии головного мозга при операции на РАА в целях выявления нарушения кровотока в головном мозге и восстановления кровотока в головном мозге. Применение БИКС особенно широко было принято в центрах по болезням аорты, где односторонняя антеградная перфузия головного мозга является рутинным вспомогательным средством обеспечения кровотока во время реконструкции дуги аорты. В этой ситуации падение rSO_2 из контралатерального полушария головного мозга предупредит интраоперативную команду о необходимости систематической интервенции для коррекции перфузии головного мозга, включая такие действия, как исправление положения каниюли, повышение давления перфузии и/или переход на двустороннюю антеградную перфузию головного мозга. Клиническая ценность определения rSO_2 с помощью БИКС была подчеркнута в большом клиническом исследовании ($n=1,178$), проводившемся на взрослых кардиохирургических пациентах, получающих ЭКК. В этом наблюдательном исследовании многофакторный анализ продемонстрировал, что значения $rSO_2 < 50\%$ независимо предсказывали смерть и через 30 дней, и через 1 год. Ведутся дальнейшие исследования для оценки того, могут ли вмешательства с поддержкой в форме мониторинга rSO_2 улучшить клинический исход в кардиохирургии высокого риска. Эти высококачественные исследования значительно укрепят доказательную базу для направления обоснованного применения этой технологии мониторинга в кардиохирургии высокого риска, включая РАА [31–33].

Электроэнцефалография (ЭЭГ). Роль мониторинга ЭЭГ при проведении гипотермии при РАА была хорошо установлена. Целью гипотермии является достижение подавления метаболизма в

limited. Despite this limitation, NIRS has gradually been adopted as a monitor of cerebral perfusion during the Type AAD surgery to facilitate detection of cerebral malperfusion and restoration of cerebral perfusion. The adoption of NIRS has been particularly widespread in aortic centers where unilateral antegrade cerebral perfusion is the routine perfusion adjunct during the aortic arch reconstruction. In this setting, a fall in rSO_2 from the contralateral cerebral hemisphere would alert the intraoperative team to intervene systematically to correct cerebral perfusion, including maneuvers such as correction of cannula malposition, augmentation of perfusion pressure, and/or switching to bilateral antegrade cerebral perfusion. The clinical utility of rSO_2 determination by NIRS was highlighted in a large clinical trial ($N=1,178$) of adult cardiac surgical patients undergoing CPB. In this observational trial, multivariate analysis demonstrated that rSO_2 values $< 50\%$ independently predicted mortality both at 30 days and 1 year. Further trials are underway to evaluate whether interventions guided by rSO_2 monitoring can improve clinical outcome in high-risk cardiac surgery. These high-quality trials will considerably strengthen the evidence base to guide the rational application of this monitoring technology in high-risk cardiac surgery, including a Type AAD [31–33].

Electroencephalography (EEG). The role of EEG monitoring in the conduct of hypothermia for a Type AAD has been well-established. The goal of hypothermia is to achieve suppression of brain metabolism and hence a degree of ischemic tolerance in a dose-related fashion. The degree of hypothermia confers an increasing level of neuroprotection through greater suppression of cerebral metabolic rate to extend the safe duration of hypothermic circulatory arrest for the aortic arch reconstruction. The clinical end-point for maximal degree of cerebral metabolic suppression is electrocerebral silence indicated as an isoelectric EEG. Since the temperature at which this end-point is reached in a given individual varies, EEG monitoring during cooling on CPB offers precise determination of that temperature for the patient in question. In this setting, EEG monitoring can guide the conduct of hypothermia for neuroprotection before circulatory arrest in an accurate and reliable fashion for each patient, despite the variation in brain sensitivity to hypothermic suppression of metabolic rate. In the absence of EEG monitoring as it may occur in emergency settings such as an acute Type AAD, cooling to profound hypothermia or longer than an hour will typically achieve electrocerebral silence in more than 80–90% of patients. This clinical utility of an EEG explains its adoption in experienced aortic centers. In the present time, there has been a clinical drift away from the deep hypothermic circulatory arrest (DHCA) towards moderate hypothermic circulatory arrest (MHCA) with the routine antegrade cerebral perfusion for the aortic arch reconstruction

головном мозге и, тем самым, какой-то ишемической переносимости зависимым от дозы образом. Степень гипотермии повышает уровень нейропротекции путем большего подавления скорости метаболизма в головном мозге, чтобы продлить безопасный период времени гипотермической остановки кровообращения для реконструкции дуги аорты. Клиническим результатом максимальной степени подавления метаболизма в головном мозге является электроцеребральное молчание, которое показывает изоэлектрическая ЭЭГ. Так как температура, при которой достигается этот клинический результат, у каждого конкретного пациента разная, мониторинг ЭЭГ на этапе охлаждения во время ЭКК дает точное определение такой температуры для данного пациента. В этой ситуации мониторинг ЭЭГ может направлять проведение гипотермии в целях нейропротекции до остановки кровообращения точно и достоверно для каждого пациента независимо от различий в чувствительности головного мозга к гипотермическому подавлению скорости метаболизма. В отсутствие мониторинга ЭЭГ, что может произойти в ситуации неотложной помощи, например, при остром РАА, охлаждение до глубокой гипотермии или дольше одного часа обычно приводит к достижению электроцеребрального молчания больше чем у 80–90% пациентов. Такое клиническое значение ЭЭГ объясняет ее применение в имеющих опыт центрах по заболеваниям аорты. В настоящее время произошел клинический сдвиг от глубокой гипотермической остановки кровообращения (ГГОК) к умеренной гипотермической остановке кровообращения (УГОК) с рутинной антеградной перфузией головного мозга для реконструкции дуги аорты при РАА. Эта парадигма УГОК дает эквивалентный клинический исход при существенном уменьшении времени операции и переливания крови без ущерба для защиты дистальных органов. В условиях УГОК с рутинной односторонней антеградной перфузией головного мозга мониторинг ЭЭГ сохраняет свою значимость для выявления пациентов с церебральной ишемией для направления вмешательств, таких как билатеральная антеградная перфузия головного мозга и/или дальнейшее системное охлаждение [34–37].

Нейропротекторная фармакология. Нейропротекторные препараты, такие как стероиды, тиопентал и лидокаин вводились при РАА во время проведения ЭКК в попытке минимизации рисков делирия, инсульта и комы. Хотя много средств было введено в клиническую практику для этой цели в такой клинической ситуации, доказательная база, подтверждающая это применение, ограничена. Лидокаин, вводимый внутривенно в болюсной дозе в целях нейропротекции, может приблизить интраоперативные припадки, которые можно обнаружить в ходе мониторинга ЭЭГ. В недавнем рассмотрении данных был сделан вывод, что тио-

in a Type AAD. This MHCA paradigm offers equivalent clinical outcomes with significant reductions in operative times and blood transfusion without the compromise of distal organ protection. In the setting of the MHCA with the routine unilateral antegrade cerebral perfusion, EEG monitoring remains valuable to identify patients with cerebral ischemia to guide interventions such as bilateral antegrade cerebral perfusion and/or further systemic cooling [34–37].

Neuroprotective pharmacology. Neuroprotective drugs such as steroids, thiopental and lidocaine have been administered in a Type AAD during the conduct of CPB in an effort to minimize the risks of delirium, stroke, and coma. Although multiple agents have entered clinical practice for this purpose in this clinical setting, the evidence base supporting this application is limited. Lidocaine administered as an intravenous bolus for neuroprotection may precipitate intraoperative seizures that can be detected during EEG monitoring. A recent evidence review concluded that thiopental as a part of a multimodal neuroprotective protocol was likely beneficial in adult thoracic aortic surgery with the DHCA like in a Type AAD repair. In a large German Type AAD registry analysis ($N=2.137$), intraoperative steroid administration was associated with improved neurological outcomes (odds ratio 0.5; 95% confidence interval 0.24–0.96; $P=0.0049$). Overall, further trials are required to strengthen the evidence base to guide the choice of perioperative pharmacology for neuroprotection in a Type AAD [38–40].

Management of coagulopathy. Significant coagulopathy is common after operative repair for a Type AAD due to multiple factors such as preoperative consumption of clotting factors, mesenteric ischemia, hemodilution, prolonged CPB, and hypothermia. The profound perioperative systemic activation of coagulation, fibrinolysis and platelets in a Type AAD may require aggressive hemostatic therapy to restore fibrin, clotting factors, and platelet homeostasis in a multimodal fashion. An individualized goal-directed hemostatic therapy may be the appropriate clinical approach in this complex clinical setting. This «theranostic» multimodal approach may include point-of-care viscoelastic testing with thromboelastometry or thromboelastography, point-of-care platelet function testing such as aggregometry, transfusion algorithms, antifibrinolytics, and low clinical thresholds for titrated fibrinogen, prothrombin complex concentrates, and recombinant activated factor VII. An integrated team-based approach significantly contributes to highly effective intervention in these complex scenarios [22, 41–48].

Postoperative anesthetic considerations for a Type AAD. After operative repair of a Type AAD, patients are admitted for further management to the intensive care unit (ICU) with the structured hand-off of care. The early postoperative care is focused on serial clinical assessments, hemodynamic resuscitation and

пентал как часть протокола мультимодальной нейропротекции вероятнее всего приносил пользу при хирургических операциях на грудном отделе аорты у взрослых пациентов на ГТОК, как в случае коррекции РАА. В большом аналитическом исследовании немецкого реестра РАА ($n=2,137$), интраоперативное введение стероидов ассоциировалось с улучшением неврологических исходов (отношение рисков 0,5; 95% доверительный интервал 0,24–0,96; $p=0,0049$). В целом необходимы дальнейшие исследования для подкрепления доказательной базы в целях направления выбора периоперативных фармакологических средств для осуществления нейропротекции при РАА [38–40].

Устранение коагулопатии. Серьезная коагулопатия часто возникает после хирургической коррекции РАА в силу множества факторов, таких как потребление факторов свертывания перед операцией, мезентериальный тромбоз, гемодилюция, продолжительное ЭКК и гипотермия. Глубокая периоперативная системная активация коагуляции, фибринолиза и тромбоцитов при РАА может требовать агрессивной терапии гемостатиками для восстановления фибрина, факторов свертывания и гомеостаза тромбоцитов мультимодальным образом. Персонализированная целенаправленная гемостатическая терапия может стать адекватным клиническим подходом в этой сложной клинической ситуации. Такой «лечебно-диагностический» мультимодальный подход может включать упруго-вязкую диагностику по месту лечения с тромбоэластометрией или тромбоэластографией, исследование функции тромбоцитов по месту лечения, в частности, агрегометрию, алгоритмы переливания, антифибринолитики и низкие клинические пороги для титрированного фибриногена, концентратов протромбинового комплекса и рекомбинантного активированного фактора VII. Интегрированный командный подход в значительной степени способствует высокоэффективному вмешательству в таких трудных сценариях [22, 41–48].

Аспекты постоперативной анестезии при РАА. После хирургической коррекции РАА пациентов кладут для дальнейшего ведения в отделение интенсивной терапии (ОРИТ) со структурированной передачей пациента из рук в руки. Раннее постоперативное ведение фокусируется на стандартных клинических оценках, восстановлении и стабилизации гемодинамики, анальгезии и постепенного снятия с механической вентиляции. Продолжительное пребывание в ОРИТ в такой ситуации определяется как период времени дольше 5 дней. Частота возникновения продолжительного пребывания в ОРИТ в обладающих опытом центрах по болезням аорты составляет 20–25% и в значительной степени связана с дисфункциями основных органов, приводящих к инсульту, синдрому низкого сердечного выброса, острой дыхательной недостаточности и почечной недостаточ-

stabilization, analgesia, and gradual weaning from mechanical ventilation. Prolonged stay in the ICU in this setting has been defined as greater than 5 days. The incidence of prolonged ICU stay at experienced aortic centers is in the range of 20–25% and has been significantly associated with major organ dysfunctions resulting in stroke, low cardiac output syndrome, acute respiratory failure, and renal failure [49–50]. Acute respiratory failure is relatively common after surgery for a Type AAD [51]. In a large single center clinical trial conducted in 1994–2008 ($N=276$), acute respiratory failure was defined as an arterial oxygen/inspired oxygen ratio <150 within the first 72 hours after surgery. According to this definition, the incidence of acute respiratory failure was 13%. An independent predictor for this complication was preoperative malperfusion (odds ratio 3.2; 95% confidence interval 2.2–4.9; $P<0.05$). Prone positioning ventilation significantly improved oxygenation ($P<0.001$) with a tendency to both a shorter duration of mechanical ventilation ($P<0.2$) and ICU stay ($P<0.2$). The risk of acute respiratory failure also appears to be related to the extent of the dissection process and its accompanying systemic inflammatory reaction (odds ratio 1.32; 95% confidence interval 1.04–1.69; $P=0.03$) [51].

Future considerations for a Type AAD. Advanced age has been presented as a significant risk factor for mortality and morbidity after the Type AAD surgery, prompting debate about whether this complex surgery is indicted in octogenarians [52]. On the other hand, such intervention in octogenarians with a Type AAD may be associated with significant clinical benefits beyond the perioperative period [52, 53]. The unresolved and important question in this setting is: what does age really mean [53, 54]? An advanced age by itself does not provide an objective measure of a patient's physiologic reserve and ability to tolerate major thoracic aortic surgery. An octogenarian may exhibit sound physical and mental fitness with a high quality of life. A guiding principle in this setting may be to focus on frailty rather than an advanced age as a marker of limited reserve and resilience. A validated scoring system for frailty has been developed from the following 5 domains: weight loss, grip strength, exhaustion, low physical activity, and walking speed. Although this quantified approach to frailty significantly predicts outcomes after surgery, further trials are required to better clarify the role of frailty in outcomes after the operative repair of a Type AAD [55, 56]. A second evolving trend in a Type AAD is the growing role of endovascular intervention. A reasonable indication for aortic stenting in this setting is the frozen elephant trunk for distal aortic stabilization. A second role for endovascular therapy in a Type AAD is the hybrid arch repair that has the potential to offer a safe and efficient option for the total arch therapy in this complex setting. A third role for endovascular therapy in a Type AAD is the proximal thoracic aortic repair in patients deemed too high-risk for conventional surgery with CPB such as it may be the case in the frail elderly. It is

ности [49–50]. Острая дыхательная недостаточность относительно часто возникает после операций по поводу РАА [51]. В крупном одноцентровом клиническом исследовании, проводившемся в 1994–2008 гг. ($n=276$), острая дыхательная недостаточность определялась как отношение артериального кислорода к инспираторному кислороду <150 в течение первых 72 часов после операции. Согласно этому определению частота возникновения острой дыхательной недостаточности составила 13%. Независимым прогностическим фактором этого осложнения было нарушение кровотока перед операцией (отношение рисков 3,2; 95% доверительный интервал 2,2–4,9; $p<0,05$). Вентиляция в положении лежа на животе значительно улучшила оксигенацию ($p<0,001$) и обусловила тенденцию к более короткому пребыванию на механической вентиляции ($p<0,2$) и времени в ОРИТ ($p<0,2$). Риск острой дыхательной недостаточности, очевидно, также связан с масштабом расслоения и сопровождающего его системного воспалительного ответа (отношение рисков 1,32; 95% доверительный интервал 1,04–1,69; $p=0,03$) [51].

Другие аспекты РАА. Было показано, что преклонный возраст является существенным фактором риска смертности и осложнений после операций по поводу РАА, что вызвало споры о том, показано ли такое сложное хирургическое вмешательство восьмидесятилетним пациентам [52]. С другой стороны, такое вмешательство у восьмидесятилетних пациентов с РАА может ассоциироваться со значительными клиническими преимуществами, выходящими за рамки периоперативного периода [52, 53]. Нерешенный и важный вопрос в этой ситуации – что на самом деле означает возраст? [53, 54] Сам по себе преклонный возраст не является объективным измерением физиологического резерва пациента и его способности выдержать обширное хирургическое вмешательство на грудном отделе аорты. Восьмидесятилетний пациент может находиться в хорошем физическом и душевном состоянии с высоким качеством жизни. Руководящим принципом в такой ситуации может стать внимание на немощи, а не на преклонном возрасте в качестве маркера ограниченного резерва и жизнестойкости. На основании следующих 5 направлений была разработана бальная система оценки немощи, которая прошла валидацию, это: потеря веса, сила схвата, упадок сил, низкая физическая активность и скорость ходьбы. Хотя этот количественный поход к оценке немощи в значительной степени прогнозирует исход после операции, необходимы дальнейшие исследования для уточнения роли немощи в исходе после хирургической коррекции РАА [55, 56]. Вторым развивающимся направлением в области РАА является растущая роль эндоваскулярного вмешательства. Обоснованным показанием к стентированию аорты в этой ситуации является метод «замороженного

highly likely that the roles for thoracic endovascular aortic repair in a Type AAD will expand in a steady fashion as it has already happened with the aortic diseases distal to the aortic arch [1, 52].

Another aspect of management of a Type AAD is the optimal approach to high-risk patients presenting with malperfusion, given their high perioperative mortality and a limited role of classic thoracic aortic reconstruction in this setting. The clinical presentation of malperfusion in a Type AAD may merit an organ-specific multidisciplinary therapeutic approach beyond the classic «tube graft», including options such as the hybrid operating room, aortic branch stenting, and intimal fenestration. This «theranostic» approach requires further evaluation in high-volume aortic centers with specialized aortic teams to advance the treatment paradigm for this challenging disease [29]. Due to the increasing appreciation of the protean presentations of a Type AAD and their relevance to clinical outcomes, the management approach is undergoing a paradigm shift to account for this presentation. The Penn classification of clinical presentations in a Type AAD offers a principle-based framework for these advances [1, 57].

Conclusion

An acute Type AAD involves the ascending aorta and is a surgical emergency. The anesthesia team must regard the operating room in this setting both as a diagnostic and therapeutic suite. Anesthetic priorities include securing the airway, achieving hemodynamic control, establishing invasive monitoring, and completing a comprehensive echocardiography examination to facilitate the operative plan. Thereafter, a team-based initiation of CPB should include TEE guidance of cannulation where appropriate. The anesthesia team must retain vigilance during CPB. This vigilance must include management of the following aspects: the metabolic milieu, anesthetic maintenance to include minimal interference with neuromonitoring, accurate temperature measurement of hypothermia, and appropriate monitoring of antegrade and retrograde cerebral perfusion. Intermittent echocardiographic scanning for surveillance is helpful for detection of complications. Preparation for separation from CPB should also be comprehensive. During separation from CPB, the anesthesia team must titrate mechanical ventilation and vasopressor support to restore and maintain systemic hemodynamics. Comprehensive TEE at this juncture should guide deairing procedures and assess the operative repair, including the aortic valve, the aortic root, and the aortic arch. The restoration of adequate hemostasis after protamine administration should proceed in a systematic protocol-based fashion with titrated transfusion, point-of-care testing, and a low threshold for specialized factor administration in refractory cases. Finally, the handover of care to the ICU team should be conducted in a structured and organized fashion.

хобота» для стабилизации дистального отдела аорты. Вторую роль в эндоваскулярной терапии при РАА играет гибридная коррекция дуги, которая потенциально может стать безопасным и эффективным вариантом тотальной терапии дуги в этой сложной ситуации. Третья роль в эндоваскулярной терапии при РАА принадлежит коррекции проксимального грудного отдела аорты у пациентов, риск которых считается слишком высоким для традиционного хирургического вмешательства с ЭКК, как это может быть в случае немощных пожилых пациентов. Высока вероятность того, что роли эндоваскулярной коррекции грудного отдела аорты при РАА будут постоянно расширяться, как это случилось с заболеваниями аорты в отделах, отдаленных от дуги аорты [1, 52].

Еще одним аспектом лечения РАА является оптимальный подход к пациентам с высоким риском, у которых присутствуют проявления нарушения кровотока, учитывая их высокую периоперативную смертность и ограниченную роль классической реконструкции грудного отдела аорты в такой ситуации. Клинические проявления нарушения кровотока при РАА, возможно, заслуживают органоспецифический междисциплинарный терапевтический подход, выходящий за рамки классического «графта в виде трубки», включая такие варианты, как гибридная операционная, стентирование ветвей аорты и фенестрация интимы. Такой «лечебно-диагностический» подход требует дальнейшей оценки в крупных центрах по заболеваниям аорты, где есть команды, специализирующиеся на аорте, чтобы совершенствовать парадигму лечения этого трудноизлечимого заболевания [29]. В силу все растущего понимания многосторонних проявлений РАА и их значения для клинического исхода, подход к тактике ведения претерпевает сдвиг парадигмы, чтобы учесть это проявление. Классификация Университета Пенсильвании клинических проявлений РАА создает основанный на принципах фундамент для такого развития [1, 57].

References

1. Erbel R., Aboyans V., Boileau C., Bossone E., Bartolomeo R.D., Eggebrecht H., Evangelista A., Falk V., Frank H., Gaemperli O., Grabenwöger M., Haverich A., Jung B., Manolis A.J., Meijboom F., Nienaber C.A., Roffi M., Rousseau H., Sechtem U., Sirnes P.A., Allmen R.S., Vrints C.J.; ESC Committee for Practice Guidelines. 2014 ESC Guidelines on the diagnosis and treatment of aortic disease; document covering acute and chronic aortic diseases of the thoracic and abdominal aorta of the adult. The Task Force for the diagnosis and treatment of aortic diseases of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur. Heart J.* 2014; 35 (41): 2873–2926. DOI: 10.1093/eurheartj/ehu281. PMID: 25173340
2. Stebbens W.E. History of aneurysm. *Med. Hist.* 1958; 2 (4): 274–280. DOI: 10.1017/S0025727300023978. PMID: 13599778
3. Cooley D.A. A brief history of aortic aneurysm surgery. *Aorta (Stamford)* 2013; 1 (1): 1–3. DOI: 10.12945/j.aorta.2013.12.006. PMID: 26798665
4. Litwack R.S., Lev R., Baron B., Silway G., Gadbois H.L. The surgical treatment of aortic aneurysms. *Geriatrics*. 1967; 22 (6): 105–121. PMID: 6024962
5. Wright W.C. (ed.). Lancisi G.M. De Aneurysmatibus. New York, NY: Macmillan; 1952.
6. Schechter D.C., Bergan J.J. Popliteal aneurysm: a celebration of the bicentennial of John Hunter's operation. *Ann. Vasc. Surg.* 1986; 1 (1): 118–126. DOI: 10.1016/S0890-5096(06)60712-7. PMID: 3333003
7. Silway G., Castillo J.G. History of anesthesia for aortic surgery. In: Chiesa R., Melissano G., Coselli J.S., Zangrillo A. (eds.). World history of aortic surgery. Italy: Minerva; 2015: 368–379.

Заключение

Острое РАА затрагивает восходящую аорту и является случаем, требующем срочного хирургического вмешательства. Команда анестезиологов в такой ситуации должна рассматривать операционную местом и для диагностики, и для терапии. Приоритетами анестезии являются обеспечение интубации трахеи, достижение гемодинамического контроля, постановку инвазивного мониторинга и проведение полного эхокардиографического обследования в целях оперативного планирования. Затем командная инициация ЭКК должна включать поддержку ЧПЭхоКГ для канюлирования, если требуется. Команда анестезиологов должна оставаться бдительной во время ЭКК. При этом команда должна контролировать, в том числе, следующие аспекты: метаболическую среду, поддержание анестезии с минимальными помехами для нейромониторинга, точное измерение температуры гипотермии и адекватный мониторинг антеградной и ретроградной перфузии головного мозга. Для выявления осложнений полезно контрольное периодическое эхокардиографическое сканирование. Подготовка к снятию с ЭКК также должна быть комплексной. Во время снятия с ЭКК команда анестезиологов должна дозировать механическую вентиляцию и вазопрессорную поддержку, чтобы восстановить и поддерживать системную гемодинамику. В этот момент процедуры ЧПЭхоКГ должна сопровождать процедуры удаления воздуха и оценку оперативной коррекции, включая аортальный клапан, аортальный корень и дугу аорты. Восстановление адекватного гемостаза после введения протамина должно происходить системно на основе протокола с дозированной трансфузией, исследованиями на месте и низким порогом для введения специальных факторов в трудно поддающихся лечению случаях. Наконец, передача ведения команде ОРИТ должна происходить структурированным и организованным образом.

8. Gibbon J.H.Jr. Application of mechanical heart and lung apparatus to cardiac surgery. *Minn. Med.* 1954; 37 (3): 171–185. PMID: 13154149
9. Castillo J.G., Silway G. The 60th anniversary of the first successful heart lung machine. *J. Cardiothorac. Vasc. Anesth.* 2013; 27 (2): 203–207. DOI: 10.1053/j.jvca.2012.11.004. PMID: 23507012
10. Kirklin J.W., Donald D.E., Harshbarger H.G., Hetzel P.S., Patrick R.T., Swan H.J., Wood E.H. Studies in extracorporeal circulation. I. Applicability of Gibbon type pump-oxygenator to human intra-cardiac surgery: 40 cases. *Ann. Surg.* 1956; 144 (1): 2–8. DOI: 10.1097/0000658-195607000-00002. PMID: 13327835
11. Cooley D.A., DeBakey M.E. Resection of entire ascending aorta in fusiform aneurysm using cardiac bypass. *JAMA.* 1956; 162 (12): 1158–1159. DOI: 10.1001/jama.1956.72970290003013a. PMID: 13366724
12. Augoustides J.G., Patel P.A., Savino J.S., Bavaria J.E. The heart team approaches to acute type A dissection: a new paradigm in the era of the integrated Penn classification and the Essen concept. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2013; 43 (2): 404–405. DOI: 10.1093/ejcts/ezs229. PMID: 22564808
13. Aufses A.H., Niss B.J. The house of noble deeds. The Mount Sinai Hospital, 1852–2002. New York & London: New University Press; 2002: 495.
14. Lilienthal H. The first case of thoracotomy in the human being under anesthesia by intratracheal insufflation. *Ann. Surg.* 1910; 52 (1): 30–33. DOI: 10.1097/0000658-191007000-00005. PMID: 17862559
15. Griep R.B., Stinson E.B., Hollingsworth J.F., Buehler D. Prosthetic replacement of the aortic arch. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1975; 70 (6): 1051–1063. PMID: 1186283

16. Friedman S.M. A brief history of the University of Pennsylvania. The University of Pennsylvania Archives and Records Center. August 8th 2016.
17. Acker M.A., Bavaria J.E., Barker C.F. History and current status of cardiovascular surgery at the University of Pennsylvania. *Semin. Thorac. Cardiovascular Surg.* 2015; 27 (4): 370–373. DOI: 10.1053/j.semctvs.2015.10.012. PMID: 26811043
18. Chikwe J., Cavallaro P., Itagaki S., Seigerman M., Diluozzo G., Adams D.H. National outcomes in acute aortic dissection: influence of surgeons and institutional volume on operative mortality. *Ann. Thorac. Surg.* 2013; 95 (5): 1563–1569. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2013.02.039. PMID: 23562465
19. Silvey G., Stone M. Repair of thoracic aneurysms, with special emphasis on the preoperative work up. *Semin. Cardiothorac. Vasc. Anesth.* 2006; 10 (1): 11–16. DOI: 10.1177/108925320601000104. PMID: 16703229
20. Yan T.D., Bannon P.G., Bavaria J., Coselli J.S., Elefteriades J.A., Griep R.B., Hughes G.C., LeMaire S.A., Kazui T., Kouchochos N.T., Misfeld M., Mohr F.W., Oo A., Svensson L.G., Tian D.H. Consensus on hypothermia in aortic arch surgery. *Ann. Cardiothorac. Surg.* 2013; 2 (2): 163–168. DOI: 10.3978/j.issn.2225-319X.2013.03.03. PMID: 23977577
21. Yan T.D., Tian D.H., LeMaire S.A., Hughes G.C., Chen E.P., Misfeld M., Griep R.B., Kazui T., Bannon P.G., Coselli J.S., Elefteriades J.A., Kouchochos N.T., Underwood M.J., Mathew J.P., Mohr F.W., Oo A., Sundt T.M., Bavaria J.E., Di Bartolomeo R., Di Eusanio M., Trimarchi S.; International Aortic Arch Surgery Study Group. Standardizing clinical end points in aortic arch surgery: a consensus statement from the International Aortic Arch Surgery Study Group. *Circulation.* 2014; 129 (15): 1610–1616. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.113.006421. PMID: 24733540
22. Appou J.J., Augoustides J.G., Pochettino A., Savino J.S., McGarvey M.L., Cowie D.C., Gambone A.J., Harris H., Cheung A.T., Bavaria J.E.; Improving Clinical Outcomes through Clinical Research Investigators. Perioperative outcome in adults undergoing elective deep hypothermic circulatory arrest with retrograde cerebral perfusion in proximal aortic arch repair: evaluation of protocol-based care. *J. Cardiothorac. Vasc. Anesth.* 2006; 20 (1): 3–7. DOI: 10.1053/j.jvca.2005.08.005. PMID: 16458205
23. Stone J.G., Young W.L., Smith C.R., Solomon R.A., Wald A.P., Ostapkovich N., Shrebnick D.B. Do standard monitoring sites reflect true brain temperature when profound hypothermia is rapidly induced and reversed? *Anesthesiology.* 1995; 82 (2): 344–351. DOI: 10.1097/00000542-199502000-00004. PMID: 7856892
24. Whitby J.D., Dunkin L.J. Cerebral, oesophageal, and nasopharyngeal temperatures. *Br. J. Anaesth.* 1971; 43 (7): 673–676. DOI: 10.1093/bja/43.7.673. PMID: 5564234
25. Goldstein S.A., Evangelista A., Abbara S., Arai A., Asch F.M., Badano L.P., Bolen M.A., Connolly H.M., Cuellar-Calabria H., Czerny M., Devereux R.B., Erbel R.A., Fattori R., Isselbacher E.M., Lindsay J.M., McCulloch M., Michelena H.I., Nienaber C.A., Oh J.K., Pepi M., Taylor A.J., Weinsaft J.W., Zamorano J.L., Dietz H., Eagle K., Elefteriades J., Jondeau G., Rousseau H., Schepens M. Multimodality imaging of diseases of the thoracic aorta in adults: from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging; endorsed by the Society of Cardiovascular Computed Tomography and Society for Cardiovascular Magnetic Resonance. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2015; 28 (2): 119–182. DOI: 10.1016/j.echo.2014.11.015. PMID: 25623219
26. MacKnight B.M., Maldonado Y., Augoustides J.G., Cardenas R.A., Patel P.A., Ghadimi K., Gutsche J.T., Ramakrishna H. Advances in imaging for the management of acute aortic syndromes: focus on transesophageal echocardiography and type-A aortic dissection for the perioperative echocardiographer. *J. Cardiothorac. Vasc. Anesth.* 2016; 30 (4): 1129–1141. DOI: 10.1053/j.jvca.2016.01.020. PMID: 27179612
27. Augoustides J.G., Floyd T.F., Kolansky D.M. Echocardiography in suspected acute type A aortic dissection: detection and management of a false positive presentation. *J. Cardiothorac. Vasc. Anesth.* 2006; 20 (6): 912–914. DOI: 10.1053/j.jvca.2006.05.009. PMID: 17138108
28. Denault A., Lamarche Y., Rochon A., Cogan J., Liszkowski M., Lebon J.S., Ayoub C., Taillefer J., Blain R., Viens C., Couture P., Deschamps A. Innovative approaches to the perioperative care of the cardiac surgical patient in the operating room and intensive care unit. *Can. J. Cardiol.* 2014; 30 (12 Suppl): S459–S477. DOI: 10.1016/j.cjca.2014.09.029. PMID: 25432139
29. Augoustides J.G., Haris H., Pochettino A. Direct innominate artery cannulation in type A dissection and severe aortic atheroma. *J. Cardiothorac. Vasc. Anesth.* 2007; 21 (5): 727–729. DOI: 10.1053/j.jvca.2006.05.003. PMID: 17905286
30. Augoustides J.G., Desai N.D., Szeto W.Y., Bavaria J.E. Innominate artery cannulation: the Toronto technique for antegrade cerebral perfusion in aortic arch reconstruction – a clinical trial opportunity for the International Aortic Arch Surgery Study Group. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2014; 148 (6): 2924–2926. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2014.10.009. PMID: 25433881
31. Gutsche J.T., Feinman J., Silvey G., Patel P.P., Ghadimi K., Landoni G., Yue Y., Augoustides J.G. Practice variations in the conduct of hypothermic circulatory arrest for adult aortic arch repair: focus on an emerging European paradigm. *Heart Lung Vessel.* 2014; 6 (1): 43–51. PMID: 24800197
32. Heringlake M., Garbers C., Käbler J.H., Anderson I., Heinze H., Schup J., Berger K.U., Dibbelt L., Sievers H.H., Hanke T. Preoperative cerebral oxygen saturation and clinical outcome in cardiac surgery. *Anesthesiology.* 2011; 114 (1): 58–69. DOI: 10.1097/ALN.0b013e3181fe34e. PMID: 21178669
33. Deschamps A., Hall R., Grocott H., Mazer C.D., Choi P.T., Turgeon A.F., de Medicis E., Bussières J.S., Hudson C., Syed S., Seal D., Herd S., Lambert J., Denault A., Deschamps A., Mutch A., Turgeon A., Denault A., Todd A., Jerath A., Fayad A., Finnegan B., Kent B., Kennedy B., Cuthbertson B.H., Kavanagh B., Warriner B., MacAdams C., Lehmann C., Fudorow C., Hudson C., McCartney C., McIsaac D., Dubois D., Campbell D., Mazer D., Neilpovitz D., Rosen D., Cheng D., Drapeau D., Dillane D., Tran D., Mcken D., Wijeyasundera D., Jacobsohn E., Couture E., de Medicis E., Alam F., Abdallah F., Ralley F.E., Chung F., Lellouche F., Dobson G., Germain G., Djaiani G., Giron L., Hare G., Bryson G., Clarke H., McDonald H., Roman-Smith H., Grocott H., Yang H., Douketis J., Paul J., Beaubien J., Bussières J., Pridham J., Armstrong J.N., Parlow J., Murkin J., Gamble J., Duttchen K., Karkouti K., Turner K., Baghirzada L., Szabo L., Lalu M., Wasowicz M., Bautista M., Jacka M., Murphy M., Schmidt M., Verret M., Perrault M.A., Beaudet N., Buckley N., Choi P., MacDougall P., Jones P., Drolet P., Beaulieu P., Taneja R., Martin R., Hall R., George R., Chun R., McMullen S., Beattie S., Sampson S., Choi S., Kowalski S., McCluskey S., Syed S., Boet S., Ramsay T., Saha T., Mutter T., Chowdhury T., Uppal V., McKay W.; Canadian Perioperative Anesthesia Clinical Trials Group. Cerebral oximetry monitoring to maintain normal cerebral oxygen saturation during high-risk cardiac surgery: a randomized controlled feasibility trial. *Anesthesiology.* 2016; 124 (4): 826–836. DOI: 10.1097/ALN.0000000000001029. PMID: 26808629
34. Fischer G.W., Silvey G. Cerebral oximetry in cardiac and major vascular surgery. *HSR Proc. Intensive Care Cardiovasc. Anesth.* 2010; 2 (4): 249–256. PMID: 23439275
35. McCullough J.N., Zhang N., Reich D.L., Juwonen T.S., Klein J.J., Spielvogel D., Ergin M.A., Griep R.B. Cerebral metabolic rate during hypothermic circulatory arrest. *Ann. Thorac. Surg.* 1999; 67 (6): 1895–1899. DOI: 10.1016/S0003-4975(99)00441-5. PMID: 10391334
36. James M.L., Andersen N.D., Swaminathan M., Phillips-Bute B., Hanna J.M., Smigla G.R., Barfield M.E., Bhattacharya S.D., Williams J.B., Gaca J.G., Husain A.M., Hughes G.C. Predictors of electrocerebral inactivity with deep hypothermia. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2014; 147 (3): 1002–1007. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2013.03.022. PMID: 23582829
37. Gutsche J.T., Ghadimi K., Patel P.A., Robinson A.R.3rd, Lane B.J., Szeto W.Y., Augoustides J.G. New frontiers in aortic therapy: focus on deep hypothermic circulatory arrest. *J. Cardiothorac. Vasc. Anesth.* 2014; 28 (4): 1159–1163. DOI: 10.1053/j.jvca.2014.03.018. PMID: 25107725
38. Dewhurst A.T., Moore S.J., Liban J.B. Pharmacological agents as cerebral protectants during deep hypothermic circulatory arrest in adult thoracic aortic surgery. A survey of current practice. *Anaesthesia.* 2002; 57 (10): 1016–1021. DOI: 10.1046/j.1365-2044.2002.02787.x. PMID: 12358961
39. Cheung A.T., Weiss S.J., Kent G., Pochettino A., Bavaria J.E., Stecker M.M. Intraoperative seizures in cardiac surgical patients undergoing deep hypothermic circulatory arrest monitored with EEG. *Anesthesiology.* 2001; 94 (6): 1143–1147. DOI: 10.1097/00000542-200106000-00033. PMID: 11465610
40. Al-Hashimi S., Zaman M., Waterworth P., Bilal H. Does the use of thio-pental provide added cerebral protection during deep hypothermic circulatory arrest? *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.* 2013; 17 (2): 392–397. DOI: 10.1093/icvts/ivt184. PMID: 23644730
41. Krüger T., Hoffmann I., Blettner M., Borger M.A., Schlensak C., Weigang E.; GERAADA Investigators. Intraoperative neuroprotective drugs without beneficial effects? Results of the German Registry for Acute Aortic Dissection Type A (GERAADA). *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2013; 44 (5): 939–946. DOI: 10.1093/ejcts/ezt182. PMID: 23657546
42. Guan X.L., Wang X.L., Liu Y.Y., Lan F., Gong M., Li H.Y., Liu O., Jiang W.J., Liu Y.M., Zhu J.M., Sun L.Z., Zhang H.J. Changes in the hemostatic system of patients with acute aortic dissection undergoing aortic arch surgery. *Ann. Thorac. Surg.* 2016; 101 (3): 945–951. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2015.08.047. PMID: 26603023
43. Czerny M., Schoenhoff F., Etz C., Englberger L., Khaladj N., Zierer A., Weigang E., Hoffmann I., Blettner M., Carrel T.P. The impact of preoperative malperfusion on outcome in acute type A aortic dissection: results from the GERAADA registry. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2015; 65 (24): 2628–2635. DOI: 10.1016/j.jacc.2015.04.030. PMID: 26088302
44. Paparella D., Rotunno C., Guida P., Malvindi P.G., Scarscia G., De Palo M., de Cillis E., Bortone A.S., de Luca Tapputi Schinosa L. Hemostasis alterations in patients with acute aortic dissection. *Ann. Thorac. Surg.* 2011; 91 (5): 1364–1369. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2011.01.058. PMID: 21396627
45. Goring K., Shore-Lesserson L., Dirkmann D., Hanke A.A., Rahe-Meyer N., Tanaka K.A. Management of hemorrhage in cardiothoracic surgery. *J. Cardiothorac. Vasc. Anesth.* 2013; 27 (4 Suppl): S20–S34. DOI: 10.1053/j.jvca.2013.05.014. PMID: 23910533
46. Brase J., Finger B., He J., Wirtz K., Stun L., McMillen R., Flynn B. Analysis of outcomes using low-dose and early administration of recombinant activated factor VII in cardiac surgery. *Ann. Thorac. Surg.* 2016; 102 (1): 35–40. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2016.01.004. PMID: 26874365
47. Tolis G., Sundt T.M. Contemporary insights into the management of type A aortic dissection. *Exp. Rev. Cardiovasc. Ther.* 2016; 14 (10): 1189–1196. DOI: 10.1080/14779072.2016.1216315. PMID: 27454184
48. Augoustides J.G., Pochettino A., Ochroch E.A., Cowie D., McGarvey M.L., Weiner J., Gambone A.J., Pinchasik D., Cheung A.T., Bavaria J.E. Clinical predictors for prolonged intensive care unit stay in adults undergoing thoracic aortic surgery requiring deep hypothermic circulatory arrest. *J. Cardiothorac. Vasc. Anesth.* 2006; 20 (1): 8–13. DOI: 10.1053/j.jvca.2005.07.031. PMID: 16458206
49. Lei Q., Chen L., Jin M., Ji H., Yu Q., Cheng W., Li L. Preoperative and intraoperative risk factors for prolonged intensive care unit stay after aortic arch surgery. *J. Cardiothorac. Vasc. Anesth.* 2009; 23 (6): 789–794. DOI: 10.1053/j.jvca.2009.05.028. PMID: 19729322

50. *Girdauskas E., Kuntze T., Borger M.A., Röhrich K., Schmitt D., Fassl J., Falk V., Mohr F.W.* Acute respiratory dysfunction after surgery for acute type A aortic dissection. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2010; 37 (3): 691–696. DOI: 10.1016/j.ejcts.2009.07.016. PMID: 19695892
51. *Kurabayashi M., Okishige K., Azegami K., Ueshima D., Sugiyama K., Shimura T., Maeda M., Aoyagi H., Isobe M.* Reduction of the PaO₂/FiO₂ ratio in acute aortic dissection – relationship between the extent of dissection and inflammation. *Circ. J.* 2010; 74: 2066–2073. DOI: 10.1253/circj.CJ-10-0336. PMID: 20697178
52. *El-Hamamsy I., Ouzounian M., Demers P., McClure S., Hassan A., Dagenais F., Chu M.W., Pozeg Z., Bozinovski J., Peterson M.D., Boodhwani M., McArthur R.G., Appoo J.J.; Canadian Thoracic Aortic Collaborative (CTAC).* State-of-the-art surgical management of acute type A aortic dissection. *Can. J. Cardiol.* 2016; 32 (1): 100–109. DOI: 10.1016/j.cjca.2015.07.736. PMID: 26604123
53. *Kondoh H., Satoh H., Daimon T., Tauchi Y., Yamamoto J., Abe K., Matsuda H.* Outcomes of limited proximal aortic replacement for type A aortic dissection in octogenarians. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2016; 152 (2): 439–446. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2016.03.093. PMID: 27167019
54. *Bachet J.* Outcomes of limited proximal aortic replacement for type A aortic dissection in octogenarians: what does 'age' mean? *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2016; 152 (2): 447. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2016.03.070. PMID: 27234024
55. *Makary M.A., Segev D.L., Pronovost P.J., Syin D., Bandeen-Roche K., Patel P., Takenaga R., Devgan L., Holzmueller C.G., Tian J., Fried L.P.* Frailty as a predictor of surgical outcomes in older patients. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2010; 210 (6): 901–908. DOI: 10.1016/j.jamcollsurg.2010.01.028. PMID: 20510798
56. *Ronchey S., Serrao E., Alberti V., Fazzini S., Trimarchi S., Tolenaar J.L., Mangialardi N.* Endovascular stenting of the ascending aorta for type A aortic dissections in patients at high risk for open surgery. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 2013; 45 (5): 475–480. DOI: 10.1016/j.ejvs.2013.01.033. PMID: 23465453
57. *Augoustides J.G., Szeto W.Y., Desai N.D., Pochettino A., Cheung A.T., Savino J.S., Bavaria J.E.* Classification of acute type A dissection: focus on clinical presentation and extent. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2011; 39 (4): 519–522. DOI: 10.1016/j.ejcts.2010.05.038. PMID: 20615719 (guidelines). Moscow: FGBU RTsSME; 2017: 32. [In Russ.]

Received 18.06.18

Уважаемые Авторы журнала «Общая реаниматология»!

Обращаем ваше внимание на обновление Правил для авторов.

Обновленные Правила для авторов в редакции 25 сентября 2018 г. содержат разъяснения по оформлению аффилиации авторов, рисунков и таблиц; дополнения в разделах «правовые и этические аспекты публикации рукописи», «отправка материалов для публикации», «структурные разделы статей и рекомендации по их описанию», «библиография».

Обновленные Правила для авторов размещены на сайте журнала: www.reanimatology.com