

## Сравнительная оценка методов анестезиологической защиты при реконструктивных операциях на брюшной аорте

Костецкий И. В. – врач анестезиолог-реаниматолог ОАР ГКБ№40, г. Екатеринбург  
Давыдова Н.С. – д.м.н. профессор зав. кафедрой анестезиологии-реаниматологии  
ФУВ УГМА, г. Екатеринбург

Багин В.А. – врач анестезиолог-реаниматолог ОАР ГКБ№40, г. Екатеринбург

Пенькова И.К. – врач анестезиолог - реаниматолог, заведующая ОАР№1 ГКБ№40, г. Екатеринбург

## Comparison of three anesthesia's types for aorta-femoral bypass operations

Kosteccky I.V., Davidova N.S., Bagin V.A., Penkova I.K.

### Резюме

Цель исследования: оптимизация анестезиологической защиты пациентов с хронической обструктивной болезнью легких при реконструктивных операциях на брюшном отделе аорты. Материалы и методы: Пациентам, подвергнутым реконструктивным операциям на брюшной аорте при окклюзионных поражениях (2003-2009 гг.), в периоперационный период исследовали кислородтранспортную функцию крови (тетраполярная реовазография) и уровень кортизола плазмы (иммуно-хемилюминисцентный метод). 58 сравнимых пациентов были рандомизированы на 3 группы: 1 гр. - общей анестезии (ОА) (севофлюран) - 19; 2 гр. - тотальной внутривенной анестезии (ТВВА) (пропофол, мидазолам) - 19; 3 гр. - продленной спинальной анестезии (СА) (бупивакаин) - 20 человек. Хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) зарегистрирована в 100% случаев. Результаты. Доставка кислорода (DO<sub>2</sub>) имеет большие значения на этапе индукции в анестезию и 1-ый час после операции в группе СА, в сравнении с ОА и ТВВА ( $p < 0.05$ ). Установлено большее снижение коэффициента оксигенации в послеоперационном периоде в группе пациентов, оперированных под ОА и ТВВА по отношению к пациентам группы СА ( $p < 0.05$ ). Зарегистрировано большее увеличение уровня кортизола в крови в 1-е и 2-е сутки после операции в группах ТВВА и ОА в сравнении с СА. Статистически достоверной является разница кортизола на вторые сутки между группами ОА и СА. Заключение. Продленная СА имеет ряд существенных преимуществ по сравнению с ОА и ТВВА при реконструктивных операциях на брюшной аорте у пациентов с ХОБЛ. **Ключевые слова:** транспорт кислорода, продленная спинальная анестезия, тотальная внутривенная анестезия, общая анестезия, реконструктивные операции, брюшная аорта.

### Resume

Aim of the study was to find optimal method of anesthesia for aorta-femoral bypass operations in severe patient's group with chronic obstructive pulmonary diseases. Materials and methods. Patients with peripheral atherosclerotic occlusive diseases, who underwent aorta-femoral (bi-femoral) bypass, were enrolled in prospective randomized study (2003-2009). The delivery (DO) and consumption (VO) of oxygen (tetrapolar rheovasography) and serum level of cortisol (immunochemiluminescent method) during operations and in the early postoperative period were investigated. We also were measured PO<sub>2</sub>/FI<sub>O2</sub> ratio before and after operations. 58 comparable patients were randomized in three groups: 1 - general anesthesia (GA) (sevofluran) - (n=19); 2 - total intravenous (TVVA) (propofol and midazolam) - (n=19); 3 - continuous spinal anesthesia (CSA) (bupivacaine) - (n=20). Chronic obstructive pulmonary disease was registered in 100% of cases. Results. DO was significantly higher after induction in anesthesia and in the 1-st hour after operations in CSA groups in comparison with GA and TVVA groups. PO<sub>2</sub>/FI<sub>O2</sub> ratio was also significantly higher in CSA groups after operations in comparison with GA and TVVA groups. For the patients under CSA in 1-st and 2-nd days after operation the increasing of serum cortisol level was lower than in GA and TVVA patients, but statistically significant difference we got only between GA and CSA groups in the 2-nd day after operation. Conclusions We've got a few advantages in CSA groups in comparison with GA and TVVA groups and we hypothesized that CSA can be more secure and suitable for patients with pulmonary co-morbidities.

### Введение

При проведении реконструктивных операций на брюшной аорте при окклюзионном поражении магистральных сосудов в орто-подвздошном сегменте в нашей клинике конкурируют три методики анестезии - продленная СА, ОА и ТВВА на основе пропофола и мидазолама с искусственной вентиляцией легких (ИВЛ).

Ответственный за ведение переписки -  
Костецкий Игорь Владимирович,  
620102, г. Екатеринбург, ул. Волгоградская 189,  
lkost79@mail.ru  
тел. 266-95-03

Отягчающим обстоятельством для этой категории пациентов является наличие системного атеросклероза с регистрируемыми более чем в 50% случаев ишемической болезнью сердца (ИБС), дисциркуляторной энцефалопатией и артериальной гипертензией (АГ) [10]. Практически у всех больных регистрируется та или иная степень ХОБЛ (хронический бронхит курильщиков).

В связи с этим ключевыми моментами анестезии являются раннее восстановление сознания и снятие с аппарата ИВЛ, минимизация влияния на ментальный статус, хорошая управляемость анестезией. Всем этим требованиям отвечает ОА (севоран) и сбалансированная анестезия (пропофол, мидазолам, фентанил).

Весьма перспективным при операциях на сосудах считается также использование регионарных методов обезболивания [11-19], когда исключается отрицательное воздействие ИВЛ на скомпрометированные легкие [23] и обеспечивается хорошее послеоперационное обезболивание при минимальном расходе наркотических анальгетиков. В своих исследованиях K.J. Tuman et al. [22] показали, что частота послеоперационных ишемических изменений миокарда меньше в группе больных, оперированных в условиях эпидуральной анестезии (ЭА), в сравнении с ОА. Имеются сведения о снижении частоты послеоперационного тромбоза шунта при использовании ЭА в сравнении с ОА [20]. Преимущества регионарных методов обезболивания доказаны данными мета-анализа [25], который включил 141 исследование и 9559 пациентов с различной патологией и показал достоверное снижение летальности, частоты тромбозомболических осложнений, послеоперационных инфарктов и пневмоний, эпизодов острой почечной недостаточности при использовании нейроаксиальных блокад (в том числе СА и ЭА) в сравнении с ОА.

Выбор продленной СА обусловлен тем, что данная методика имеет ряд преимуществ перед ЭА (большая интенсивность блока и лучшая управляемость).

Появившаяся недавно технология «катетер на игле» (Spinocath В.Вгаun) облегчает установку катетера, способствует лучшему распространению анестетика в субарахноидальном пространстве, снижает продолжительность и интенсивность постпункционной головной боли, в случае ее возникновения [26,27].

Данных об использовании продленной СА при операциях на брюшном отделе аорты в доступной литературе нам найти не удалось, хотя имеются работы, в которых СА представлена как метод выбора при лапаротомных операциях у пациентов с выраженной сопутствующей патологией [28,29].

Литературные данные, касающиеся выбора анестезиологического обеспечения пациентов при проведении реконструктивных операций в сосудистой хирургии, определили актуальность и цель нашего исследования.

**Цель исследования:** оптимизация анестезиологической защиты пациентов с хронической обструктивной болезнью легких при реконструктивных операциях на брюшном отделе аорты.

## Материалы и методы

В клинике в период с 2003 по 2009 гг. проведено проспективное рандомизированное сравнительное ис-

следование методов анестезиологической защиты пациентов при проведении операций на брюшной аорте (линейное аорто-фemorальное и аортобифemorальное шунтирование). Включены пациенты с облитерирующим атеросклерозом и окклюзионными поражениями брюшной аорты и подвздошно-бедренного сегмента сосудов нижних конечностей. Все обследованные больные мужского пола с риском анестезии по МНОАР 4 степени были сопоставимы по возрасту и сопутствующей патологии (табл. 1). ХОБЛ зарегистрирована в 100% случаев.

Исследуемые были рандомизированы методом конвертов на три группы:

1 группа - тотальной внутривенной анестезии (ТВВА) - 19 пациентов;

2 группа - общей анестезии (ОА) - 19 пациентов;

3 группа - продленной спинальной анестезии (СА) - 20 пациентов.

Для ОА использовались препараты севофлюран и фентанил (индукция в анестезию проводилась пропофолом), для ТВВА использовались пропофол, фентанил и мидазолам. В качестве миорелаксанта использовался пипекуроний, для премедикации использовался фенотезин (накануне и в день операции). Все препараты использовались в стандартных дозировках. Продленная СА проводилась бупивоканном, для установки катетера в субарахноидальное пространство использовали методику «катетер на игле». Стартовая дозировка бупивоканна 20 мг (0.5%-4мл) вводилась в течение 1-2 минут, в дальнейшем через 1.5 часа добавлялась половинная дозировка - 10мг, при необходимости (регресс блока) дополнительно вводилось по 5 мг бупивоканна. Послеоперационное обезболивание проводилось микроструйным введением бупивоканна 0.5-0.7мг/час.

Показатели центральной гемодинамики (среднее артериальное давление (САД), сердечный выброс (СВ), доставка (DO<sub>2</sub>) и потребление (VO<sub>2</sub>) кислорода) регистрировали методом тетраполярной реовазографии аппаратом «Микролюкс-Кентавр». Параметры газообмена и величину r50 кривой диссоциации оксигемоглобина определяли аппаратом AVL Compaсt 1 с использованием алгоритма кислородного статуса Зиггарта-Андерсона («The oxygen status algorithm» O. Siggaard-Andersen). Концентрацию кортизола исследовали иммуно-хемилюминисцентным методом (аппаратом Bayer) накануне операции, в день операции и на следующий день. Забор проб осуществляли в 14 часов дня. Регистрацию параметров гемодинамики и кислотно-основное состояние (КОС) производили на следующих периоперационных этапах:

- 1) - до операции;
- 2) - индукция в анестезию;
- 3) - наложение зажима на брюшную аорту в инфраренальном отделе;
- 4) - снятие зажима с брюшной аорты;
- 5) - 1-й час после операции;
- 6) - 12 часов после операции;
- 7) - 24 часа после операции.

Оценивали влияние анестезии на коэффициент оксигенации (рO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>), расчет проводили до операции и

Таблица 1. Общая характеристика пациентов.

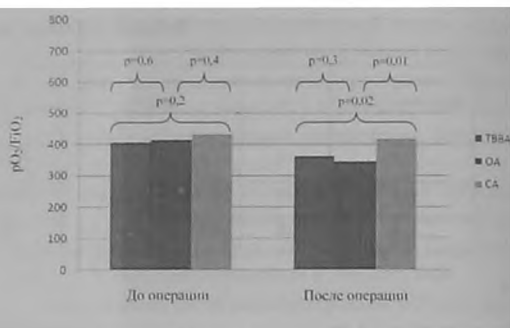
Вид анестезии	n	Возраст		Сопутствующая патология			
				ХОБЛ	ИБС	АГ	Хр. гастрит
ТВВА	19	56,8±7,2	p>0,05	19(100%)	4(21%)	12(63%)	6(32%)
ОА	19	58,5±6,5		19(100%)	7(37%)	14(74%)	6(32%)
СА	20	56,1±6,5		19(95%)	6(30%)	10(50%)	7(35%)

Таблица 2. Результаты исследования гемодинамики, кислородного обмена и уровня кортизола крови.

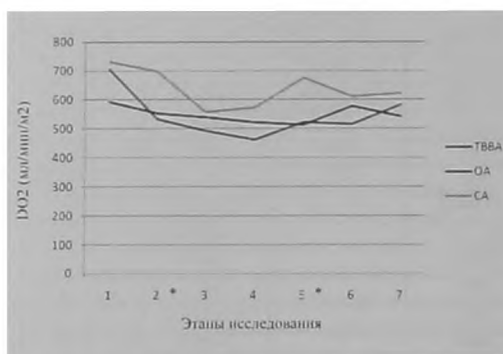
Этап	Способ анестезии	Параметры (M±SD)							
		САД (mm Hg)	СВ (г/мин)	DO2 (мл/мин/м2)	VO2 (мл/мин)	Кортизол (нмоль/л)	P50 (mmHg)	PO2 FiO2	
До операции	ТВВА	114,4±15	6,7±2	705±196	385,5±163	282,1±110,7	25,16±0,95	408,5±39,6	
	ОА	109,6±10	5,8±1,6	593±211	322,4±125,5	355,8±119,7	25,7±1,7	415,6±44,9	
	СА	103,2±11	6,64±1,8	731±206	427±155,6	333,4±68,49	24,7±2,4	433,7±80,6	
	P1-2	0,6	0,14	0,12	0,16	0,29	0,25	0,6	
	P2-3	0,23	0,18	0,08	0,06	0,95	0,21	0,4	
	P1-3	0,08	0,8	0,6	0,55	0,125	0,96	0,22	
Индукция	ТВВА	95±14,8	4,8±1,6	534±174	152,8±85,4		27,6±10,4		
	ОА	81±13,4	5,79±2	552±211	282,5±138		35,33±11,4		
	СА	83,4±15	5,9±1,5	698±175	360±114		28,2±4,2		
	P1-2	0,003	0,1	0,7	0,003		0,03		
	P2-3	0,62	0,8	0,04	0,072		0,24		
	P1-3	0,04	0,04	0,019	0,000		0,29		
Защита на венту	ТВВА	120±10,5	4,3±1,1	492,1±174	149±59,7		28,55±10,3		
	ОА	100±12,4	5,5±0,8	539,5±134	216,7±69,21		30,75±11,4		
	СА	84±12,6	5,14±1,9	557±206	270,7±95		27,8±1,97		
	P1-2	0,000	0,001	0,36	0,047		0,54		
	P2-3	0,000	0,22	0,76	0,077		0,29		
	P1-3	0,000	0,15	0,32	0,000		0,9		
Защита спина	ТВВА	94,5±16	4,56±1,6	462,2±188					
	ОА	85,9±12	5,8±1,1	523,6±142					
	СА	84,6±12	5,4±1,8	574±203					
	P1-2	0,048	0,015	0,4					
	P2-3	0,5	0,22	0,4					
	P1-3	0,026	0,25	0,15					
после операции	1 час	ТВВА	116±17,4	5,12±1,8	521±194	188,4±118	683,5±266	31,1±10,7	
		ОА	116±19	6,1±1,7	512±169	248±160	739,3±321	31,12±4,5	
		СА	91,8±14	6,23±1,9	675±218	361±153,4	584,4±141,5	29,8±4	
		P1-2	0,9	0,12	0,8	0,27	0,5	0,9	
		P2-3	0,002	0,76	0,026	0,03	0,069	0,36	
		P1-3	0,000	0,1	0,044	0,002	0,18	0,6	
	12 час	ТВВА	85±9,4	5,15±1,5	516±156	227,9±66		26,7±2,7	
		ОА	85,8±13	5,5±0,7	578±253	250,7±203,2		32,7±16,5	
		СА	91,7±13	6,14±2,7	612±257,6	253,1±134		27,8±4	
		P1-2	0,84	0,7	0,39	0,5		0,13	
		P2-3	0,2	0,42	0,7	0,97		0,23	
		P1-3	0,11	0,32	0,19	0,8		0,34	
	24 час	ТВВА	91,6±9,6	5,8±1,75	581±209	298,2±138,4	487,9±210,8	24,9±2,6	362,61
		ОА	94±13,3	5,3±1,9	542±252	332,2±122,6	639±268,8	25,12±2,12	345,6±41,8
		СА	88,3±15	6,79±3,1	622±261	342,5±148,3	419,9±220,2	25,3±2,14	418,4±80,8
		P1-2	0,51	0,68	0,6	0,46	0,096	0,78	0,31
		P2-3	0,24	0,27	0,39	0,83	0,015	0,8	0,014
		P1-3	0,45	0,55	0,6	0,33	0,38	0,63	0,019



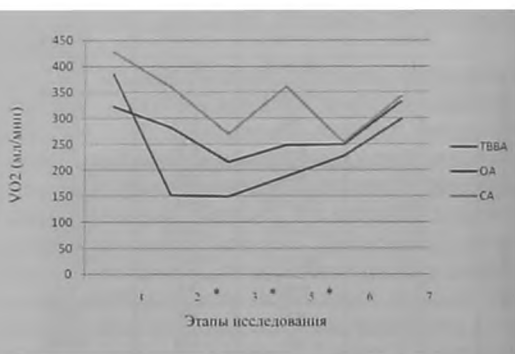
**Рис1. Динамика среднего артериального давления. (P<0.05)**



**Рис2. Величина рО<sub>2</sub>/рiO<sub>2</sub> до и после операции.**



**Рис3. Динамика доставки кислорода. (P<0.05)**



**Рис4. Динамика потребления кислорода. (P<0.05)**

на 2-е сутки после операции.

Статистическую обработку материала осуществляли с помощью программы Biostat с использованием критерия Стьюдента.

### Результаты и их обсуждение

Анализ полученных данных позволяет говорить о достоверно значимой разнице среднего артериального давления в группах OA и CA в сравнение с группой TBVA на 2, 3, 4 этапах (табл.2). Отмечаются достоверно более низкие цифры САД в группе CA по отношению к группе OA на этапе наложения зажима на брюшную аорту. В ближайшем послеоперационном периоде САД в группе CA достоверно ниже в сравнении с группами OA и TBVA, что очевидно объясняется тем, что при проведении спинальной анестезии отсутствует фактор выхода из наркоза с характерным повышением артериального давления.

Меньшие значения артериального давления в группе спинальной анестезии являются проявлением развивающегося симпатического блока. Подобный гемодинамический эффект особенно характерен для высокого спинального блока (Т5), и уже описан в работах других авторов [6,7]. Знание этого аспекта спинальной анестезии и своевременное назначение «инфузионного подпора» позволяет удерживать САД в рамках нормальных значений.

Более низкие цифры САД в группе OA по сравне-

нию с группой TBVA свидетельствуют о большей управляемости данного вида анестезии с возможностью удерживать гемодинамику в необходимых для анестезиолога пределах и «сглаживать» гемодинамические эффекты снятия и наложения зажима на брюшную аорту.

В группе OA и TBVA отмечается большая вариабельность гемодинамики, что видно на графике артериального давления (АД) (рис. 1). Меньшая вариабельность гемодинамики в группе спинальной анестезии, по-видимому, также является проявлением нейро-вегетативной блокады и выключением компенсаторных рефлексов во время операции и ближайшем послеоперационном периоде. Данное различие в вариабельности гемодинамики было описано и некоторыми другими авторами [20,24].

Особый интерес представляет показатель доставки кислорода, который значительно изменяется на этапе индукции в анестезию и в первый час после оперативного вмешательства у пациентов в группах TBVA и OA. В обоих случаях доставка кислорода достоверно выше в группе CA по отношению к группам сравнения. Во время индукции доставка кислорода равна 698 ± 175мл/мин/м2 при CA против 534 ± 174 мл/мин/м2 при TBVA и 552 ± 211 мл/мин/м2 при OA (p=0.04 и 0.019 соответственно). После операции ее уровень составляет 675 ± 218 мл/мин/м2 при CA против 521 ± 194 мл/мин/м2 при TBVA и 512 ± 169 мл/мин/м2 при OA (p=0.044 и 0.026 соответствен-

но) (табл. 2 и рис. 3). Эти изменения, вероятно, обусловлены компенсированной гипоксией и снижением сердечного выброса, которые характерны для этапов индукции и выхода из наркоза.

Потребление кислорода ( $VO_2$ ) при проведении ТВВА, снижаясь после индукции, в течение операции остается достоверно ниже на 2-ом и 3-ем этапах исследования по сравнению с теми же этапами продленной СА и ОА, что может быть обусловлено действием пропофола на клеточный метаболизм. В работе T.L.Chen et al.[8] было показано, что пропофол вызывает супрессию всей системы цитохром р450 монооксидазы и снижает общее потребление кислорода. Похожий эффект был описан и при операциях на аорте [9]. В ближайшем посленаркозном периоде потребление кислорода достоверно выше в группе СА по сравнению с ТВВА и ОА (рис.4).

Исследование уровня кортизола в крови показало, что увеличение этого показателя в 1-е сутки после операции происходит в большей степени в группах ТВВА и ОА по сравнению с продленной СА (табл.2). Хотя статистическая достоверность при данном количестве пациентов не достигнута, можно говорить о тенденции ( $p=0.069$ ) к меньшему уровню кортизола в группе спинальной анестезии в сравнении с общей анестезией. На 2-е сутки после операции отмечается достоверно меньшее значение кортизола в группе СА в сравнении с ОА севофлюраном, и получена тенденция ( $p=0.096$ ) к достоверно меньшему значению кортизола в сравнении с ТВВА. Большой «кортизоловый удар» в группе общей анестезии по сравнению с регионарными методиками были описаны только M.J.Breslow et al. [21] при реваскуляризирующих операциях на нижних конечностях.

Динамика показателя р50 не имеет достоверных от-

личий между группами, за исключением разницы между ОА и ТВВА на этапе индукции, что, вероятно, связано с меньшим значением рСО<sub>2</sub> в группе ТВВА сразу после индукции. В дальнейшем после коррекции минутной вентиляции достоверной разницы между группами не наблюдается.

В последнее время активно обсуждается проблема вентилятор-ассоциированного повреждения легких (VALI) в интенсивной терапии [3,4,5]. В своей работе мы оценили коэффициент оксигенации (соотношение рO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>) до и после операции. Выявлено достоверно большее снижение этого коэффициента после операции в группе ОА и ТВВА в сравнении с пациентами группы спинальной анестезии (рис.2, табл. 2).

## Заключение

Результаты проведенного исследования позволяют говорить о ряде существенных преимуществ продленной спинальной анестезии в сравнении с общей и тотальной внутривенной анестезией. Доставка кислорода в условиях продленной спинальной анестезии достоверно выше во время индукции в анестезию и выхода из нее. Благоприятный профиль среднего артериального давления, меньшее влияние на потребление кислорода, коэффициент оксигенации и меньший уровень кортизола в ответ на периперационный стресс также являются преимуществами данного вида обезболивания. Полученные данные позволяют рассматривать продленную спинальную анестезию как методiku выбора анестезиологической защиты пациентов с хронической обструктивной болезнью легких при реконструктивных операциях на брюшном отделе аорты при окклюзионном поражении аорто-подвздошного сегмента. ■

## Литература:

1. Little RA, Edwards JD. Applied physiology. In: Edwards JD, Shoemaker WC, Vincent JL, eds. Oxygen transport: principles and practice. London: WB Saunders, 1993:21-40.
2. Zander R. Calculation of oxygen concentration. In: Zander R, Mertzluft F, eds. The oxygen status of arterial blood. Basel: Karger, 1991:203-209.
3. Dreyfuss D, Saumon G. Ventilator-induced lung injury. Am Rev Respir Crit Care Med 1998;157:294-323.
4. Ranieri VM, Giunta F, Suter P, Slutsky AS. Mechanical ventilation as a mediator of multisystem organ failure in acute respiratory distress syndrome. JAMA 2000;284:43-44.
5. Gajic O, Dara S, Mendez JL, et al. Ventilator-associated lung injury in patients without acute lung injury at the onset of mechanical ventilation. Crit Care Med 2004;32:1817-1824.
6. Greene NM: Physiology of Spinal Anesthesia, 3rd ed. Baltimore, Williams & Wilkins, 1981.
7. Rooke GA, Freund PR, Jacobson AF: Hemodynamic response and change in organ blood volume during spinal anesthesia in elderly men with cardiac disease. Anesth Analg 1997;85:99.
8. Chen TL; Ueng TH; Chen SH; Lee PH; Fan SZ; Liu CC. Department of Anesthesiology, National Taiwan University Hospital, Taipei, Republic of China. Human cytochrome P450 mono-oxygenase system is suppressed by propofol. Br J Anaesth. 1995; 74(5):558-62 (ISSN: 0007-0912)
9. Godet G; Gossens S; Prayssac P; Daghfous M; Delbrouck D; Aigret D; Coriat P. Département d'Anesthésie-Réanimation, Hôpital Pitav-Salptrière, Paris, France. Infusion of propofol, sufentanil, or midazolam for sedation after aortic surgery: comparison of oxygen consumption and hemodynamic stability. Anesth Analg. 1998; 87(2):272-6 (ISSN: 0003-2999).
10. Hertzner NR: Cardiac risk factors in peripheral vascular surgery. In Estafanous FG (ed): Anesthesia and the Heart. Patient. Oxford, Butterworth-Heinemann, 1989: 173-195.
11. Norris EJ, Beattie C, Perler BA, et al: Double-masked randomized trial comparing alternate combinations of intraoperative anesthesia and postoperative analgesia in abdominal aortic surgery. Anesthesiology 2001; 95:1054-1067.
12. Baron JF, Bertrand M, Barre E, et al: Combined epidural and general anesthesia versus general anesthesia for abdominal aortic surgery. Anesthesiology 1991;75:611-618.
13. Davies MJ, Silbert BS, Mooney PJ, et al: Combined epidural and general anaesthesia versus general anaesthesia for abdominal aortic surgery: A prospective randomised trial. Anaesth Intensive Care 1993; 21:790-794.
14. Bois S, Couture P, Boudreault D et al. Epidural analgesia and intravenous patient-controlled analgesia result in similar

- rates of postoperative myocardial ischemia after aortic surgery. *Anesth Analg* 1997; 85:1233-1239.
15. Park WY, Thompson JS, Lee KK. Effect of epidural anesthesia and analgesia on perioperative outcome: A randomized, controlled Veterans Affairs cooperative study. *Ann Surg* 2001; 234:560-569. discussion 569-571.
  16. Breslow MJ, Jordan DA, Christopherson R, et al: Epidural morphine decreases postoperative hypertension by attenuating sympathetic nervous system hyperactivity. *JAMA* 1989;261:3577-3581,
  17. Fleron MH, Weiskopf RB, Bertrand M, et al: A comparison of intrathecal opioid and intravenous analgesia for the incidence of cardiovascular, respiratory, and renal complications after abdominal aortic surgery. *Anesth Analg* 2003; 97:2-12,
  18. Garnett RL, MacIntyre A, Lindsay P, et al: Perioperative ischaemia in aortic surgery: Combined epidural/general anaesthesia and epidural analgesia vs general anaesthesia and iv. analgesia. *Can J Anaesth* 1996;43:769-777,
  19. Boylan JF, Katz J, Kavanagh BP, et al: Epidural bupivacaine-morphine analgesia versus patient-controlled analgesia following abdominal aortic surgery: Analgesic, respiratory, and myocardial effects. *Anesthesiology* 1998; 89:585-593
  20. Christopherson R, Beattie C, Fran SM, et al: Perioperative morbidity in patients randomized to epidural or general anesthesia for lower extremity vascular surgery. Perioperative Ischemia Randomized Anesthesia Trial Study Group. *Anesthesiology* 1993; 79:422-434.
  21. Breslow MJ, Parker SD, Frank SM, et al: Determinants of catecholamine and cortisol responses to lower extremity revascularization. The PIRAT Study Group. *Anesthesiology* 1993;79:1202-1209.
  22. Tuman KJ, McCarthy RJ, March RJ, et al: Effects of epidural anesthesia and analgesia on coagulation and outcome after major vascular surgery. *Anesth Analg* 1991;73:696-704.
  23. Warner DO: Preventing postoperative pulmonary complications: The role of the anesthesiologist. *Anesthesiology* 2000;92:1467-1472.
  24. Christopherson R, Glavan NJ, Norris EJ, et al: Control of blood pressure and heart rate in patients randomized to epidural or general anesthesia for lower extremity vascular surgery. Perioperative Ischemia Randomized Anesthesia Trial (PIRAT) Study Group. *J Clin Anesth* 1996; 8:578-584.
  25. Rodgers A, N Walker N, Schug S, McKee A, Kehlet H, van Zundert A, Sage D, Futter M, Saville G, Clark T, MacMahon S: Reduction of postoperative mortality and morbidity with epidural or spinal anaesthesia: results from overview of randomized trials. *BMJ* 2000; 321; 1493 doi:10.1136/bmj.321.7275.1493.
  26. Holst, Dietmar, Müllmann, Michael, Scheuch, Eberhard, Meissner, Konrad, Wendt, Michael Intrathecal Local Anesthetic Distribution With the New Spinocath Catheter. *Regional Anesthesia and Pain Medicine* September/October 1998; 23 (Issue 5): 433-526.
  27. Gosch U, Hueppel M, Hallschmid M, Bor J, Schmucker P and Meier T Post-dural puncture headache in young adults: comparison of two small-gauge spinal catheters with different needle design. *British Journal of Anaesthesia* 2005 94(5):657-661; doi:10.1093/bja/aei100.
  28. Jaitly V and Kumar C. Continuous spinal anaesthesia for laparotomy. *Current Anaesthesia & Critical Care* 2009; 20(Issue 2): 60-64.
  29. Chandra M. Kumar, William A. Corbett, Robert G. Wilson. Spinal anaesthesia with a micro-catheter in high-risk patients undergoing colorectal cancer and other major abdominal surgery. *Surgical Oncology* 2008; 17(Issue 2): 73-79.