Национальный институт хирургии и трансплантологии
им. А. А. Шалимова НАМН Украины

Динамический энергобиомониторинг как показатель возможности персонификации периоперационной медицины

Старший научный сотрудник отдела
анестезиологии и интенсивной терапии
доктор мед. наук л. м. смирнова

Зачем и почему?

- Для продления жизни оперированных пациентов, чтобы показатели смертности соответствовали средним цифрами популяции людей не подвергшихся оперативному лечению.

Понятие «РИСК»

(от франц. Risque)

– вероятность какого-либо неблагоприятного события…

Отличительные особенности оценочных шкал

Шкалы оценки состояния больных (APACHE- II, SAPS)	Шкалы оценки полиорганной дисфункции (MODS, SOFA)
Оценка риска летального исхода	**Оценка осложнения**
Цель – прогноз	Цель – описание синдрома
Сложные для практического применения	Просты для практического применения
Прогностически значимы для группы, а не для больного	Приемлемы для динамического наблюдения за больным
Не определяют функциональное состояние органов и систем	Определяют функциональное состояние органов и систем

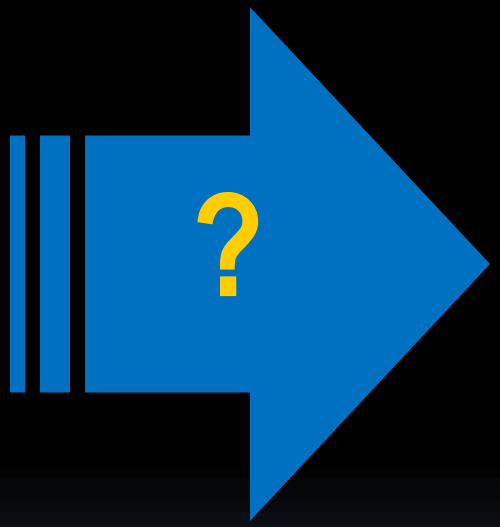
Оценка степени тяжести перитонита *Мангеймский индекс перитонита* (MPI)

Фактор риска	**Оценка тяжести, баллы**
Женский пол	5
Наличие органной недостаточности	5
Наличие злокачественной опухоли	7
Продолжительность перитонита более 24 час	4
Источник перитонита- толстая кишка	4
Распространенный перитонит	4
Экссудат: Прозрачный Мутно-гнилостный Калово-гнилостный	6 0 6 12

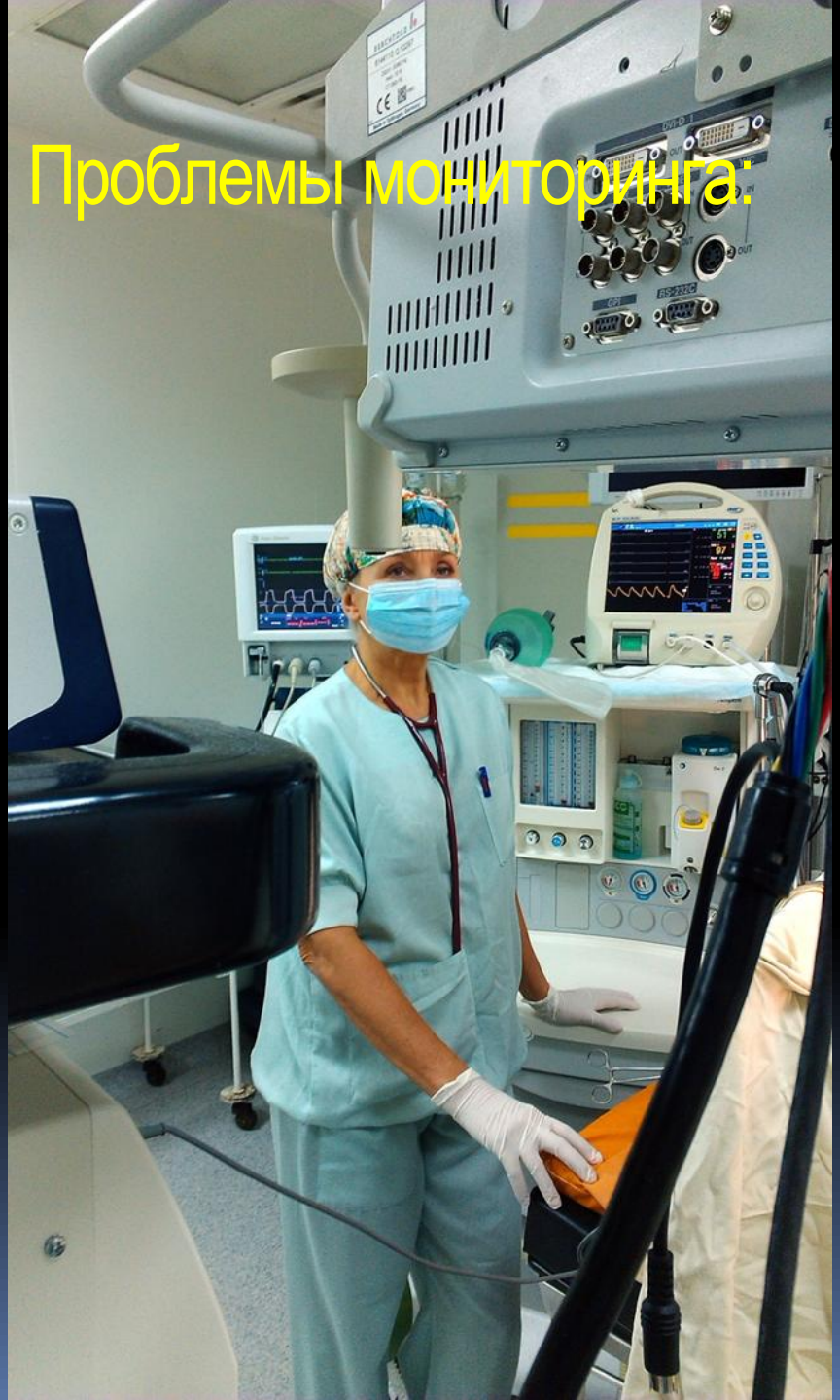
MPI	< 21 балла	- I ст	летальность	2,3%
	21 – 29 баллов	- II ст,		22,3%
	> 29 баллов	– III ст,		59,1%

Что мониторировать?

- ✓ Исходная патология
- ✓ Физиологический статус
- ✓ Влияние проводимой операции
- ✓ Влияние проводимой анестезии



- Сознание
- Ноцицепция
- Гемодинамика
- Перфузия
- Газообмен
- Вентиляция
- Концентрация анестетиков
- Температура
- Гемостаз
- Метаболизм
- Положение пациента
- Нейромышечная передача
- Функция органов
- Кислотно-основное состояние
- Электролитный состав
- ...



Проблемы мониторинга:

Технические факторы

- ✓ Задержка информации
- ✓ Артефакты
- ✓ Помехи

Мониторинг – не цель, а процесс

Человеческий фактор

- ✓ Интерпретация данных
- ✓ «Калейдоскоп» аппаратуры
- ✓ Перегруженность информацией
- ✓ Неоднозначность данных разных мониторов

Вещества и условия, влияющие на энергопродукцию

Вещества:

- **Бета-блокаторы** ↓ – 6 %,
- **Опиаты и их синтетические аналоги** ↓ от 10% до 66%,
- **Лидокаин** ↓ от 10% до 15
- **Натрия оксибутират** ↑ от 15% до 25%
- **Кетамимн** ↑ от 10% до 15%
- **Седативные препараты в условиях ИВЛ** ↓от – 20 до – 55 %,
- **Барбитураты** ↓ до 32 %,
- **Мышечные релаксанты** ↓ до42 %

Условия:

- **Механическая вентиляция легких** ↓ от 35 до 35%,
- **Гипотермия** ↓ от 10% до 15 %, на 1С°
- **Послеоперационное согревание** ↓ до 26 %.

Глобальные факторы риска

- Исходное состояние больного
  - > По основному заболеванию
  - > По сопутствующей патологии
  - > Эмоциональный настрой
  - > Возраст
- Характер предстоящей операции
  - > Объем и травматичность
  - > Длительность
  - > Экстренность
- Исполнение операции, анестезии и ИТ
  - > Квалификация исполнителей
  - > Материальные ресурсы

Критерии

- Гемодинамические показатели
- Уровень «гормонов стресса» в плазме крови
- Удобство работы хирурга
- Субъективный комфорт пациента
- Отсутствие периоперационных осложнений
- Показатели тканевого аэробного метаболизма
- Электрическое сопротивление точек акупунктуры
- Кожно-гальванический рефлекс
- Электроэнцефалографические показатели
- Вариабельность сердечного ритма
- Альвеолярная вентиляция
- …….

….

Критерии успеха анестезиологического обеспечения и периоперационной интенсивной терапии

Единого критерия оценки анестезиологического обеспечения НЕТ

Единого критерия оценки функционального состояния НЕТ

Flfftten H. //Acta Anaesth. Scfnd, 2012, Jct; 56(9).

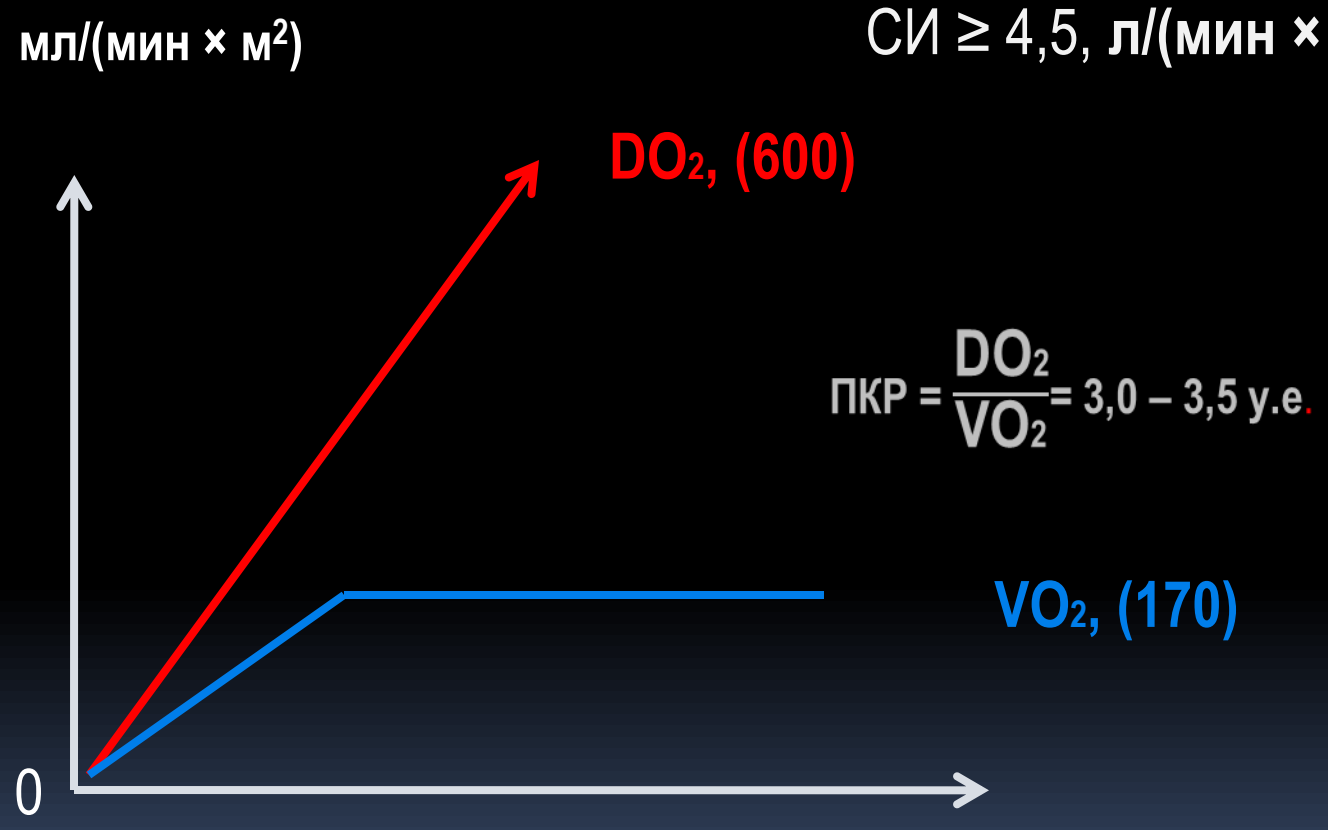
Актуальность темы

Отсутствие единого концептуального подхода к анестезиологическому обеспечению в различных областях хирургии не позволяет в режиме реального времени составить целостную картину изменения функционального статуса пациента и персонифицировать обезболивания.

концепция супранормального кислородного потока

(Shoemaker WC et al. Crit Care Med 1977; 5: 82)

СИ ≥ 4,5, **л/(мин × м²)**



$$ПКР = \frac{DO_2}{VO_2} = 3{,}0 – 3{,}5 \text{ у.е.}$$

- Jean-Louis Vincent (2005) – чрезмерное упрощение сложного явления.
- Более высокий кислородный поток оказывается реально достижимым у больных с достаточным уровнем функциональных резервов.

Компоненты гипоксии

«Универсальный» критерий !

Что мониторировать?

Реальный аэробный энергетический обмен
или
Потребность в энергетическом обмене ?

Динамика энергетического потока ?....!

Текущая оценка метаболизма

Метабограф МПР 6-03 «Тритон»

Singer P. et al. Int. Care Med. – 2011. 37. 611

H:\68AE~1\Copy\OSA.EXE

Pt.ID: Abramov
Arterial blood from male , aged 61
Sample date 8-04-14, time 11:40 am

Travma, Mechanic ventilation

pressure		Units:
TPt	36.6	°C
Pamb	760.	mmHg
FO2dI	0.210	1
pO2hI	149.9	mmHg
RQ	0.76	1
pCO2a	36.3*	mmHg
pO2A	104.6	mmHg
FShunt	0.06*	1
pO2a	86.1	mmHg
px	36.8	mmHg
pHa	7.42	1
p50	25.3	mmHg
cDPG	5.1	mmol/L

conc		Units:
ctHb	156.3	g/L
FCOHb	0.010	
FMetHb	0.009	
ceHb	153.3	g/L
sO2a	0.968*	
ctO2	20.9	ml/dL
cO2Hb	20.6	ml/dL
cx	5.3	ml/dL
Qx	1.0	
FHbF	0.005	

cBaseEcf	-1.1	mmol/L
cHCO3(P)	23.2	mmol/L

T stnd.	37.0	°C
pO2(37)	88.3	mmHg
pCO2(37)	37.0*	mmHg
pH(37)	7.410	1

Enter Erc-2,3-Diphosphoglycerate i
mmol/L (0.0-10.0). Use ENTER to
accept, <ESC> to cancel changes, o
↑↓←→ to move to other fields.

Oxygen Status Algorithm v2.0

Уровень потребности в доставке кислорода

$$_{п}DO_2 = CaO_2 \times CI \times Q_x, \text{ мл/(мин} \times \text{м}^2)$$

CaO_2 – содержание кислорода в артериальной крови, мл/л

CI – сердечный индекс, мл/(мин × м^2)

Q_x – фактор компенсации артериального кислорода

ДП 11050, А Україна. Спосіб визначення органопротективного компонента постачання кисню тканинам організму / Л. М. Смирнова, Г. А. Шифрин (Україна). 15.12.05. Бюл. № 12.

Коррекция альвеолярной вентиляции (АВ) во время ИВЛ.

$$АВ_{кор.} = СВ \times ЧСС \times Q_x, \text{ мл}$$

СВ – сердечный выброс, мл,
ЧСС – частота сердечных сокращений, минуту,
Q_x – фактор компенсациии содержания кислорода в артериальной крови.

ДП 70974 А Україна. Спосіб корекції альвеолярної вентиляції під час штучної вентиляції легенів / Л. М. Смирнова, Г.А. Шифрин, К.В.Сериков (Україна). 25.06.2012. Бюл. № 12

Количественный расчет потребления кислорода тканями организма

$$ЭО_н = (C_x \times CI) \times 7{,}07, \quad ккал/(сутки \times м^2), \qquad (I)$$

$$ЭО_р = ({}_{(A-V)}O_2 \times CI) \times 7{,}07, \; ккал/(сутки \times м^2), \qquad (II)$$

$ЭО_н$–энергетическое обеспечение (необходимое), ккал/(сутки × м²);

$ЭО_р$ – энергетическое обеспечение (реальное), ккал/(сутки × м²);

C_x – артериовенозная разница по содержанию кислорода, которая удовлетворяет энергетические потребности организма, *мл/л;*

${}_{(A-V)}O_2$ – артериовенозная разница по содержанию кислорода, в артериальной (C_aO_2) и венозной (C_vO_2) крови, *мл/л;*

CI – сердечный индекс, *мл/(мин × м²).*

Соответствие между потреблением кислорода и реакциями организма на стресс

Клиническое состояние (стесс−реакции)	Уровень активности, pVO_2, мл/(мин× м^2)	Уровень готовности, $_дVO_2$, мл/(мин× м^2)	Уровень потребности, $_пVO_2$, мл/(мин× м^2)
Стресс-активация	148 – 170 (159,39 ± 3,16)	110,0 – 140,0 (125,47 ± 4,33)	155– 178 (1666,74 ± 3,57)
Дисфункция (стресс-реализация)	112 – 147 129,61 ± 5,84)		118 – 154 (136,52 ± 5,67)
Недостаточность (стресс-повреждение)	86 – 111 (97,61 ± 3,68)		91 – 117 (103,87 ± 4,32)
Несостоятельность (стресс-разрушение)	54 – 85 (69,52 ± 6517)		56 - 90 (73,49 ± 5,51)
Несостоятельность (стресс-дезинтеграция)	34 – 53 (43,58 ± 3,16)		35 – 55 (44,89 ± 3,37)

Примечание: pVO_2 – реальное потребление кислорода тканями организма,
$_дVO2$ – должный уровень потребления кислорода тканями организма,
nVO2 – потребность организма в потреблении кислорода.

Стадии развития инфекционного процесса

Бактериемия	Микробиологический феномен
ССВР	T° > 38,5°C, < 36,5°C ЧСС > 90 в 1 мин., АД – N или ↑ ЧД > 20 в 1 мин, p(a) co2 < 32 мм Hg? L > 12000 или < 4000 1 mm3 или 10% ПН
Сепсис	ССВР + очаг инфекции
Тяжелый сепсис	Сепсис + нарушение перфузии тканей (АД↓, ЧСС↑)
Септический шок	Не коррегируемая объемом гипотензия
СПОН	Нарушение функции 1 и более органов

МЕТОДЫ ДОСТИЖЕНИЯ ЭНЕРГОКОРРЕКЦИИ ПРИ СТРЕСС-ПОВРЕЖДЕНИИ (недостаточность)

КЛИНИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ	ЛАБОРАТОРНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ
Сознание сохранено или заторможенность, Кожа и слизистые оболочки сухие, бледные, ЧД до 32 в 1 мин, АД 18,8–21,3/13,3 или 10,7–11,9/5,3–6,5 кПа, ЧСС более 126 в 1 мин, Кровопотеря 300 – 900 мл.	SaO_2 – 85 – 91 %, ЦВТ (+) 0,5 – 1,5 кПа Hb 110 –91 г/л, р DO_2 – 389– 303 мл/(мин × м^2), р VO_2 – 111– 86 мл/(мин × м^2), Диурез снижен или олигурия.

ОСОБЕННОСТИ ИНТЕНСИВНОЙ ТЕРАПИИ (энергоресусцитация)

Устранение дефицита воды, электролитов, протеина , гемоглобина. Достижение НОК,
Добутамин 6 мкг/(кг × мин) до уровня АД 14,0 – 18,0 кПа (105 – 135 мм рт. ст.),
Нормокарбонатемическая ИВЛ (HCO_3^- –23,5 – 24,5 ммоль/л),
Альвеолярная вентиляция 4,8 – 5,2 л в 1 мин,
ЧД 7 – 12 в 1 мин,
Fio_2 не более 0,4, при РДС и отеке легких - до устранения артериальной гипоксемии,
Кордарон 150 мг /20 мин. Ззатем 25 – 50 мг/20 мин до ЧСС 54-86 в 1 мин.

А Н Е С Т Е З И Я

тотальная внутривенная, дополненная агонистами ГАМК– и антагонистами NMDA– рецепторов, симпатомиметиками, кордароном, лидокаином

Шкала выбора анестезиологического обеспечения

Тяжесть операционной травмы	Анестезиолого-операционный риск	Степень тяжести операции	Технологии обезболивания
Стресс-адекватность	0 - 1	0	Регионарная или любая другая анестезия с ИВЛ и без нее
Стресс-активация	< 3	1	
Дисфункция (стресс-реализация)	3 - 4	2	
Недостаточность (стресс-повреждение)	5 - 6	3	ТВА, компонентное обезболивание с ИВЛ
Несостоятельность (стресс-разрушение)	7 - 8	4	Органопротективный ВППН
Несостоятельность (стресс-дезинтеграция)	9 -10	5	ВППН с агонистами ГАМК и блокаторами NMDA рецепторов

Шкала тяжести операционной травмы

До операции	Особенности операционной травмы	Во время и после операции
Энергоструктурные изменения		Энергоструктурные изменения
Нет	Неосложненная	Нет
	Осложненная	Дисфункция
		Недостаточность
		Несостоятельность
Дисфункция	Отягощенная	Дисфункция
Недостаточность		Недостаточность
Несостоятельность		Несостоятельность

ДИНАМИКА ЭНЕРГОСТРУКТУРНЫХ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ МАССЫ КЛЕТОК ОРГАНИЗМА В УСЛОВИЯХ АНЕСТЕЗИИ НА ОСНОВЕ ПРОПОФОЛА (недостаточность)

Этапы исследования	$_{р}VO_2$ мл/(мин × м^2)	$_{д}VO_2$ мл/(мин × м^2)	$_{п}VO_2$ мл/(мин × м^2)
Исходные значения	**94,65 ± 3,41**	**138,25 ± 1,66**	**112,35 ± 2,24**
Начало операции	**63,29 ± 2,47**		**91,73 ± 1,11**
Основной этап	**50,34 ± 1,62**		**107,58 ± 1,59**
Конец операции	**65,22 ± 1,58**		**104,25 ± 1,45**
1-е сутки	**85,65 ± 2,33**		**120,67 ± 2,21**
2-е сутки	**115,14 ± 1,85**		**138,58 ± 1,59**
3-е сутки	**130,89 ± 2,71**		**143,82 ± 1,39**

ДИНАМИКА ЭНЕРГОСТРУКТУРНЫХ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ МАССЫ КЛЕТОК ОРГАНИЗМА В УСЛОВИЯХ АНЕСТЕЗИИ НА ОСНОВЕ НАТРИЯ ОКСИБУТИРАТА (недостаточность)

Этапы исследования	$_{р}VO_2$ мл/(мин × м^2)	$_{д}VO_2$ мл/(мин × м^2)	$_{п}VO_2$ мл/(мин × м^2)
Исходные значения	82,51 ± 2,38	142,25±3,21	119,18 ± 1,54
Начало операции	98,46 ± 2,71		123,39 ± 1,73
Основной этап	115,78 ± 2,63*		134,43 ± 1,60
Конец операции	110,66 ± 1,28		127,19 ± 1,54
1-е сутки	122,57 ± 3,04		127,38 ± 1,37
2-е сутки	104,78 ±2 ,49		116,21 ± 2,01
3-е сутки	118,62 ± 2,77		125,73 ± 2,02

Стресс-метрия

Соотношение показателей потребления кислорода	Направленность реакции	Результат
Активность/Готовность	(+)	стресс-реактивность
	(-)	стресс-ареактивность
Потребность/Готовность	(+)	стресс-адаптация
	(-)	стресс-деструкция
Активность/Потребность	(+)	стресс-устойчивость
	(-)	стресс-неустойчивость

ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ СТРЕСС-МЕТРИИ В УСЛОВИЯХ АНЕСТЕЗИИ НА ОСНОВЕ ПРОПОФОЛА (недостаточность)

П-ли (%)	Исход	Начало	Травма	Конец	1-е сутки	2-е сутки	3-е сутки
А/Г							
	46,81±2,67	119,68±5,39	176,14±4,93	112,31±3,86	62,35±2,94	20,24±2,41	5,34±1,54
П/Г						0	
	23,21±2,86	50,33±2,46	27,78±1,87	32,69±2,31	14,05±1,86	0	3,49±1,34
А/П							
	19,14±1,36	46,03±2,17	116,24±2,69	60,41±2,37	42,35±2,41	20,87±2,03	9,92±1,74

Анестезия на основе натрия оксибутирата (недостаточность)

П-ли (%)	Исход	Начало	Травма	Конец	1-е сутки	2-е сутки	3-е сутки
А/Г							
	73,17±3,31	44,89±2,59	23,47±2,26	29,09±2,34	16,39±1,93	36,53±3,04	20,33±1,87
П/Г							
	19,33±1,79	15,44±2,16	5,97±1,49	11,81±1,23	11,89±2,03	22,41±1,93	12,69±2,14
А/П							
	45,12±2,27	25,51±2,04	16,53±1,59	15,47±1,28	4,09±1,42	11,15±1,15	6,87±1,55

Рекомендуемые дозы натрия оксибутирата в зависимости от операционной травмы

Операционная травма	Доза для инидукции	Поддержание анестезии
Неотягощенная	56 мг/(кг × 30 мин.)	27мг/(кг × 30 мин.)
Осложненная	60 мг/(кг × 30 мин.)	31мг/(кг × 30 мин.)
Отягощенная	70 мг/(кг × 30 мин.)	35 мг/(кг × 30 мин.)

Если не оценивать в текущем режиме энергоструктурные взаимодействия в массе клеток организма и не устранять их в кратчайшие сроки, безопасность анестезиологического обеспечения оказывается научной парадигмой, не имеющей клинической составляющей.

Для уменьшения количества периоперационных осложнений связанных с нарушением энергетического гомеостаза.

Национальный институт хирургии и трансплантологии
им. А. А. Шалимова НАМН Украины

Благодарю за внимание!