ФГБНУ «Научный центр здоровья детей»

На правах рукописи

Алексеева Елена Александровна

Церебральная оксиметрия в составе мониторинга интраоперационного периода и интенсивной терапии у детей

14.01.19 - Детская хирургия
14.01.20 - Анестезиология и реаниматология

Диссертация
на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научные руководители:
д.м.н. Шарков С.М.
д.м.н. Александров А.Е.

Москва - 2015

СОДЕРЖАНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ……..3
ВВЕДЕНИЕ……...5
ГЛАВА 1.СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОКСИГЕНАЦИИ ГОЛОВНОГО МОЗГА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ) …….....9
1.1 Инвазивные методы…….....9
1.2 Неинвазивные методы……...14
1.3 Развитие методики церебральной оксиметрии……...20
1.4 Возможности церебральной оксиметрии в определении оксигенации головного мозга……....24
1.5 Эффективность использования метода церебральной оксиметрии во время проведения хирургических вмешательств и интенсивной терапии у детей……..27
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И ОБЪЕМ ИССЛЕДОВАНИЯ ……30
ГЛАВА 3. ХАРАКТЕРИСТИКА СОБСТВЕННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ……..36
3.1 Показатели церебральной оксиметрии у соматически здоровых детей……36
3.2 Динамика церебральной оксиметрии в зависимости от функциональных показателей сердечно-сосудистой системы……....39
3.3 Показатели церебральной оксиметрии на различных этапах хирургического вмешательства…….……..……..45
3.4 Место церебральной оксимертрии в интенсивной терапии и реанимации……..60
ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ……77
ВЫВОДЫ …….....86
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ……88
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ……..89

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АД с. артериальное давление систолическое

АД д. артериальное давление диастолическое

АД ср. артериальное давление среднее

БИКС спектроскопия в близком к инфракрасному спектре

ВЧД внутричерепное давление

ДКМП дилатационная кардиомиопатия

ДО дыхательный объем

ИВЛ искусственная вентиляция легких

КОС кислотно-основное состояние

МТГМ микродиализ тканей головного мозга

ПМР пузырно-мочеточниковый рефлюкс

САД среднее артериальное давление

СИ сердечный индекс

СКВ системная красная волчанка

СЛР сердечно-легочная реанимация

СПД среднее периферическое давление

ССС сосудистая система

ТКДГ транскраниальная допплерография

УО ударный объем

ФВ фракция выброса

ЧД частота дыхания

ЧЛС чашечно-лоханочный сегмент

ЧСС частота сердечных сокращений

ЦВД центральное венозное давление

ЦО церебральная оксигенация

ЦПД церебральное перфузионное давление

ЭКГ электрокардиограмма

ЭхоКГ эхокардиограмма

ЭЭГ электроэнцефалограмма

ЮРА ювенильный ревматоидный артрит

ASA шкала Американской Ассоциации Анестезиологов

CO_2 углекислый газ

$EtCO_2$ парциального давление углекислого газа в конце выдоха

L левое полушарие

MAC минимальная альвеолярная концентрация

N_2O оксид азота, закись азота

O_2 кислород

$PbrO_2$ прямое определение напряжения кислорода в ткани головного мозга

pH концентрация йонов водорода

p_aO_2 парциальное давление кислорода артериальной крови

p_vCO_2 напряжение углекислого газа в смешанной венозной крови

p_aCO_2 напряжение углекислого газа в артериальной крови

p_vO_2 парциальное давление кислорода в смешанной венозной крови

rSO_2 церебральная оксиметрия

R правое полушарие

SpO_2 пульсоксиметрия

$SvjO_2$ югулярная оксиметрия

TOF мониторинг нейромышечной передачи

Xe ксенон

Введение

Одной из важнейших проблем современной анестезиологии является поддержание адекватного функционального состояния головного мозга, в частности, его кислородного статуса в ходе анестезиологического пособия при различных по локализации, объему и травматичности оперативных вмешательствах, а также при наблюдении пациента в послеоперационном периоде в условиях отделения интенсивной терапии и реанимации. Это связано с тем, что одно из ведущих мест в статистике анестезиологических осложнений занимают различные гипоксические состояния головного мозга, вызванные либо нарушением церебральной перфузии, либо гипоксемией различного генеза как ответ на операционную травму [21, 22, 31, 39, 40, 48, 49, 50, 83, 98, 99].

Возможное патогенное влияние анестезии и несоответствие анестезиологического пособия объему и травматичности проводимой операции, проявляющиеся нарушением регуляции и срывом ауторегуляции мозгового кровообращения, снижением скорости мозгового кровотока, повышение пульсационного индекса (Карлов В.А., Стулин И.Д. 1986, Никитин Ю.М., Труханов А.И., 1998) приводит к интра- и послеоперационным церебральным осложнениям. Указанная выше проблема явилась причиной как для углубленного изучения влияния на церебральную гемодинамику препаратов, используемых при анестезии, так и для улучшения мониторинга жизненно важных функций организма пациента и выбора анестезиологического пособия во время проведения различных видов оперативных вмешательств, а также в послеоперационном периоде. Кроме того, существует необходимость поиска новых методов для оценки мозгового кровотока [26, 39, 40, 48, 62, 66, 98, 99].

В настоящее время разработаны и внедрены в практику ряд методик, которые отражают достаточно полную картину уровня церебрального метаболизма и степени оксигенации головного мозга при различных патологических состояниях. К ним относятся: определение насыщения

гемоглобина кислородом в яремной вене, прямое определение напряжения кислорода в ткани мозга, микродиализ тканей головного мозга, транскраниальная допплерография и другие (Engstr M., 2005; Храпов К.Н.,1998; Царенко С.В.,2005; Hillman J.,2005).

Однако, эти методики имеют ряд весомых недостатков, таких как: громоздкость оборудования и связанное с этим неудобство во время эксплуатации в условиях операционной и в отделении при интенсивной терапии, инвазивность и, как следствие, высокий потенциальный риск инфекционных осложнений, что особенно значимо в педиатрической практике. Кроме того, эти методики допускают значительные погрешности и артефакты в интерпретации получаемых данных.

Наиболее перспективным современным методом изучения процессов тканевого дыхания и непосредственно интра- и послеоперационного мониторинга церебральной гипоксии представляется метод церебральной оксиметрии (ЦО) или спектроскопии в близком к инфракрасному спектре (БИКС). В настоящее время появились широкие возможности технической реализации данной методики в связи с созданием соответствующей клиническим требованиям аппаратуры [17, 39, 52, 53, 54, 62, 86].

Цель работы: повысить эффективность мониторинга кислородного гомеостаза с использованием метода церебральной оксиметрии в ходе различных по длительности и травматичности оперативных вмешательств, в раннем послеоперационном периоде и при проведении интенсивной терапии у детей.

Задачи исследования:

1. Изучить показатели церебральной оксиметрии у соматически здоровых детей в разных возрастных группах.

2. Оценить взаимосвязь показателей церебральной оксиметрии с изменениями показателей сердечно-сосудистой системы у детей с соматической патологией.

3. Определить место церебральной оксиметрии в комплексе мониторинга витальных функций на всех этапах оперативного вмешательства у детей с различной хирургической патологией.

4. Определить соответствие данных церебральной оксиметрии с показателями лабораторно-инструментальных исследований, входящих в состав интра - и послеоперационного мониторинга.

5. Доказать информативность метода церебральной оксиметрии в послеоперационном периоде и интенсивной терапии у детей.

Научная новизна

Впервые в результате проделанной работы на основании применения метода церебральной оксиметрии изучены нормальные показатели церебральной оксигенации у соматически здоровых детей.

Определена высокая информативность метода церебральной оксиметрии на основании проведенного корреляционного анализа с другими данными лабораторно-инструментальных исследований на различны этапах ведения пациентов хирургического профиля.

На основании изучения динамики церебральной оксигенации при различных видах оперативных вмешательств разработан дифференциальный подход к выбору анестезиологического пособия, своевременной его коррекции, а также проведению интенсивной терапии у детей с различной патологией.

Практическая значимость

Получены показатели церебральной оксиметрии у здоровых детей в различных возрастных группах, позволяющие оценить данные ЦО на всех этапах хирургического лечения и при проведении интенсивной терапии, что дает возможность своевременной коррекции анестезиологического пособия и проводимой терапии в отделении реанимации.

Автором доказана целесообразность включения данного метода в протокол общего мониторинга в ходе выполнения различных по продолжительности и

травматичности оперативных вмешательств, в том числе и у детей с тяжелой сопутствующей патологией сердечно-сосудистой системы.

Обосновано включение метода церебральной оксиметрии в протокол мониторинга у пациентов в критических состояниях, наблюдающихся в отделении интенсивной терапии и реанимации, что позволяет на ранних стадиях определить скрытую гипоксию головного мозга и своевременно принять соответствующие профилактические меры.

Внедрение результатов исследования в практику

Результаты исследования внедрены в практическую деятельность отделения анестезиологии с операционным блоком и кабинетом переливания крови, отделения реанимации и интенсивной терапии ФГБНУ «Научный центр здоровья детей», а также отделения анестезиологии и реанимации ГБУЗ «ДГКБ №13 им. Н.Ф. Филатова ДЗМ».

Апробация работы

Материалы диссертации представлены и обсуждены на XVI Съезде педиатров России «Актуальные проблемы педиатрии» (Москва, 24-27 февраля, 2012г.), на Конференции детских анестезиологов-реаниматологов (Москва, 17 октября, 2014г.), на XIII научно-практической Конференции «Безопасность больного в анестезиологии и реаниматологии» (Москва, 24-25 июня 2015г.).

Публикации результатов исследования.

По теме диссертации опубликовано 6 печатных работы, в том числе 3 в журналах, рекомендованных ВАК.

Объем и структура диссертации

Диссертация изложена на 100 страницах машинописного текста, состоит из введения, трех глав, заключения, выводов, практических рекомендаций и указателя, используемой литературы. Библиография включает 100 источников, из них 61 отечественных и 39 зарубежных. Работа иллюстрирована 18 рисунками и 19 таблицами.

Глава 1

Современные методы определения оксигенации головного мозга (Обзор литературы)

В связи с тем, что по литературным данным, практически все авторы отмечают большую значимость интра - и послеоперационных осложнений, связанных с церебральной гипоксией, разработка и внедрение в клиническую практику методик диагностики гипоксических состояний активно начались с 70-ых годов прошлого века. К настоящему времени методы оценки оксигенации и метаболизма головного мозга можно разделить на 2 категории – инвазивные и неинвазивные.

К наиболее применяемым и информативным инвазивным методам относят определение насыщения гемоглобина кислородом в яремной вене, прямое определение напряжения кислорода в ткани мозга, микродиализ тканей головного мозга, а к неинвазивным - транскраниальную допплерографию, пульсоксиметрию и церебральную оксиметрию.

1.1 Инвазивные методы

Метод югулярной оксиметрии

Метод югулярной оксиметрии ($SvjO_2$) внедрен в клиническую практику с конца 80-ых годов и является достаточно точным в диагностике церебральной ишемии (Jonses и соавт.,1994), которая в интра- и послеоперационном периодах может быть вызвана неадекватной вентиляцией легких, гипотонией различного генеза, гипоксией или анемией (Sheinberg и соавт.1992) [9, 20, 25, 28, 29, 33, 72, 75, 96].

Данный метод получил наибольшее распространение в нейромониторинге черепно-мозговых травм и основан на повторном определении насыщения гемоглобина кислородом в оттекающей от головного мозга венозной крови.

Датчик для измерения $SvjO_2$ устанавливают ретроградно в луковицу внутренней яремной вены. Используется как обычный катетер для катетеризации центральных вен, так и специальный фиброоптический катетер. Установка центрального венозного катетера позволяет измерять $SvjO_2$ дискретно в пробах крови, забираемых несколько раз в сутки. Фиброоптический катетер дает возможность осуществлять постоянную югулярную оксиметрию с периодической калибровкой по данным $SvjO_2$ в пробах венозной крови. После его установки необходима верификация положения катетера на уровне луковицы внутренней яремной вены во избежание примеси экстрацеребральной крови. Показатель $SvjO_2$ отражает взаимоотношение между доставкой и потреблением кислорода в головном мозге. Нормальными считаются данные 55-75% (Edmons,1996). Уровень $SvjO_2$ ниже 25 % свидетельствует о необратимой ишемии головного мозга. Уровень оксигенации более 75% определяет гиперемию (под гиперемией понимают избыточный объемный мозговой кровоток,(Cruz J.,1998)).

Югулярная оксиметрия является достаточно информативным методом, однако оценивает глобальную церебральную оксигенацию, поэтому может не отражать нарушений регионарной оксигенации головного мозга, а также имеет ряд технических сложностей (Olsen et al.,1994; Sheinberg et al.,1992).

При смещении катетера в дистальном направлении результаты измерений искажаются из-за примеси экстрацеребральной крови (Olsen R.,1994; Madsen P. L.1994). Необходимость частой перекалибровки катетера. Возникновение артефактных показателей из-за движения головы больного или наложения нитей фибрина на катетер при его длительном стояние в сосуде. Очень важен и тот факт, что проведение югулярной оксиметрии может сопровождаться серьезными осложнениями, связанными с выполнением пункции и катетеризации яремной вены (повреждение сонной артерии, нервных стволов шейного сплетения, риск гнойно-септических осложнений и тромбоза яремной

вены (Goetting,1990.)), что резко ограничивает применение данного метода, особенно в педиатрической практике.

Прямое определение напряжения кислорода в ткани мозга

Еще один наиболее используемый инвазивный метод определения оксигенации головного мозга - метод прямого определения напряжения кислорода в ткани головного мозга ($PbrO_2$). Был разработан в середине прошлого века Л. Кларком и в настоящее время активно используется у больных с внутричерепными кровоизлияниями [8].

Он основан на имплантации специального полярографического электрода Кларка непосредственно в вещество мозга. Такой же датчик может быть использован для оценки напряжения кислорода и в ликворе. Принцип полярографического метода базируется на превращении минимального количества молекулярного кислорода, растворенного в электролитном растворе, в гидроксильные ионы. Указанная химическая реакция, протекающая вблизи полярографического катода, вызывает появление электрического тока, величина которого прямо пропорциональна диффузии молекулярного кислорода через мембрану электрода из окружающих тканей. Показатель $PbrO_2$ соответствует напряжению кислорода во внеклеточном пространстве и отражает соотношение между доставкой и потреблением кислорода тканями. Было установлено, что нормальными величинами напряжения кислорода в веществе головного мозга считаются 25-30 мм рт.ст. (при напряжении кислорода в артериальной крови около 100 мм рт. ст.). Прогностически неблагоприятно считают снижение показателей ниже 20 мм рт.ст., а критическим-8-10 мм рт.ст. (Hoizschuh.M.,1994). Однако, некоторые авторы считают эти данные спорными, что связано с возможной различной локализацией имплантированного электрода.

Также следует учитывать, что данная методика является регионарной и затрудняет интерпретацию полученных результатов, поэтому их следует оценивать только в совокупности с данными о глобальной оксигенации

головного мозга. Как и $SvjO_2$, методика имплантации полярографического электрода является инвазивной и несет высокую потенциальную опасность инфекционных осложнений (Dings et al.,1996).

Микродиализ тканей головного мозга

Как известно, метаболические процессы, происходящие в головном мозге, отражают церебральную перфузию и потребление тканями кислорода. О направленности и активности метаболических процессов судят по величине определенных метаболитов, основные из них лактат, глюкоза и глутамат. Определять указанные вещества можно непосредственно в веществе мозга с помощью еще одного инвазивного метода - тканевого микродиализа [68, 69, 73].

Тканевой микродиализ это метод, позволяющий определять концентрацию веществ в межклеточной жидкости in vivo. В начале 1970-х годов впервые свойства полунепроницаемой мембраны использовали для прижизненного измерения тканевых биохимических параметров у собак путем субдуральной имплантации мембранных полостей, наполненных изотоническим раствором (Bito A.,1971). В последующем, было описно применение стеклянных катетеров для взятия проб внеклеточной жидкости, получивших название диалитрода и послуживших прототипом современного микродиализа (Delgado,1972). В 1987 году Lonnroth и соавторы впервые имплантировали катетер в подкожную жировую клетчатку добровольцев и показали возможность и эффективность определения внеклеточной концентрации глюкозы. Появление доступных промышленных катетеров и портативных анализаторов привело к дальнейшему расцвету клинического и лабораторного микродиализа. В начале 1990-х годов появились первые сообщения о применении микродиализа в нейрохирургии и нейроинтенсивной терапии для мониторирования биохимических параметров в ткани мозга [24].

В последующем, клинические области применения микродиализа продолжали расширяться и метод начал занимать все более устойчивые позиции в практической медицине, в основном в связи с уникальными возможностями для непрерывного определения концентрации биохимических показателей непосредственно в ткани органов. Диализат интерстициальной жидкости получается при использовании микротрубочек, имплантируемых в исследуемый участок церебральной ткани. Наибольший интерес вызывает оценка уровня лактата. Общеизвестно, что накопление этого метаболита отражает вызванное гипоксией угнетение цикла трикарбоновых кислот и цепочки окислительного фосфолирирования с компенсаторной активацией гликолиза. Проявлениями развивающейся ишемии, с точки зрения микродиализа, являются снижение концентрации глюкозы, постепенное снижение концентрации пирувата и повышение концентрации лактата. Межклеточная концентрация глюкозы, как основного субстрата энергетического метаболизма мозга, в значительной степени зависит от локального кровоснабжения и может служить параметром мозгового кровотока [5, 7, 13].

Дополнительными маркерами тканевого повреждения служат глутамат и глицерол. Концентрация глутамата повышается при повреждении, а также при значительной гипоксии или ишемии ткани мозга. После имплантации катетера в ткань мозга наблюдается значительный пик концентрации глутамата в диализате, отражающий местное повреждение, с последующей нормализацией в течение 24-48 часов. При развитии ишемии или недостаточности оксигенации может наблюдаться многократное повышение концентрации глутамата в межклеточной жидкости.

Механическое, иммунное или биохимическое повреждение и нарушение энергетического гомеостаза мозга может проявляться в нарушении целостности клеточных мембран, в ряде случаев приводящее к гибели клеток. В результате расщепления фосфолипидов мембраны образуется глицерол, концентрация

которого в межклеточной жидкости и в микродиализате повышается как следствие этого процесса.

Несмотря на упомянутые выше многочисленные достоинства микродиализа, метод также имеет ряд весомых недостатков, которые ограничивают его широкое распространение. Данная методика требует наложение фрезевых отверстий и, поэтому, используется только у нейрохирургических больных. Также высокая стоимость анализаторов и расходных материалов, необходимость регулярной смены микроампул делает непрерывный мониторинг более сложным с практической точки зрения. Уже упоминалось, что микродиализ отражает изменения в очень ограниченном объеме паренхимы органа, и это также может затруднять интерпретацию данных, которые в дополнение могут быть подвержены воздействию ряда факторов, влияющих на извлечение вещества и просто индивидуальным колебаниям. Все это требует наличия определенного опыта применения метода и интерпретации получаемых данных для рационального использования микродиализа в клинической практике.

1.2 Неинвазивные методы

В связи со всеми вышеперечисленными недостатками инвазивных методик, в большинстве клинических ситуаций предпочтение отдается неинвазивным методам. Наиболее используемые из них следующие:

Транскраниальная допплерография

Транскраниальная допплерография (ТКТГ) - является неинвазивным методом оценки линейной скорости кровотока по магистральным сосудам шеи и головного мозга. Метод был активно внедрен в 80-х годах прошлого века и в основном используется в ангионеврологии и кардиохирургии [3, 4, 43, 56, 60, 64, 71, 79, 81, 84].

Принцип ТКДГ основан на феномене изменения частоты ультразвуковой волны при отражении от движущихся форменных элементов крови. Основным недостатком транскраниальной допплерографии является то, что метод оценивает скоростные показатели кровотока, а не объемные и, в основном, в средней мозговой артерии (в значительно меньшей степени в других крупных артериях головного мозга). Кроме того существует необходимость постоянного пребывания в операционной обученного специалиста, во многом, от опыта которого зависит достоверность полученных результатов [43, 60, 71, 79, 81, 84].

По данным некоторых авторов метод ТКДГ крайне информативен у детей первого года жизни для оценки артериальной гемодинамики и выявления эмболий сосудов головного мозга во время хирургической коррекции врожденных пороков сердца с искусственным кровообращением и после оперативных вмешательств (Раяпов Н.О. и соавт.,2006).

Однако, применение часто используемых в реанимационных отделениях вазоконстрикторных препаратов не позволило ТКДГ дифференцировать повышение скорости кровотока в крупных артериях из-за их сужения от увеличения мозгового кровотока, вследствие нарушенной церебральной ауторегуляции. Возможной причиной полученных результатов является то, что кровоток в крупных артериях достаточно косвенно отражает общемозговой кровоток.

Также с помощью транскраниальной допплерографии невозможно предсказать развитие ишемии во время искусственной вентиляции легких (ИВЛ) с использованием гипервентиляционного режима, которая часто применяется в интенсивной терапии неврологических пациентов.

Пульсоксиметрия

Пульсоксиметрия (SpO_2) – неинвазивный метод определения насыщения артериальной крови кислородом с помощью датчика, установленного на мочке уха или ногтевой фаланге пальца [82, 85].

Первый пульсоксиметр современного образца был выпущен в 1972 году XX века. Было вычислено, что оксигенацию гемоглобина артериальной крови можно определить путем пропускания через пульсацию артерий красного и инфракрасного света (Аояги Т.,1972). Так как излучение данного спектра по-разному поглощается окси и дезоксигемоглобином, датчики, излучающие его, крепятся к пальцу и пропускают свет через ткани, а фотодетектор улавливает, сколько именно света было поглощено «по пути» к нему. На основании полученных данных делает вывод о содержании кислорода в крови. В 1975 году Вилбер С. впервые употребил для калибровки монитора и обработки данных микропроцессор, а также смог вмонтировать его в пульсоксиметр и создал более точный механизм расчета уровня сатурации.

Надо отметить, что не смотря на то, что данный метод информативен, прост в применении и входит в обязательны интра- и послеоперационный мониторинг пациентов, он также имеет ряд недостатков [82, 85]. Движения пациента влияют на точность измерения. Плохая перфузия ткани искажает результат измерения и, как следствие, данный метода зависит от пульсовой составляющей и стабильности гемодинамики. Свет флюоресцентных ламп, интенсивное освещение (фототерапия при гипербилирубинемии) или солнечный свет способны повлиять на результаты. При наличии в крови аномальных гемоглобинов, например метгемоглобина, результат может быть недостоверен. При насыщении артериальной крови кислородом менее чем на 70-80% достоверность теста уменьшается. У новорожденных детей или у пациентов с повреждениями кожных покровов возможны некрозы в следствие сдавления кожи детектором.

В последнее десятилетие в практику анестезиологии и реанимации активно внедрен еще один метод неинвазивного интра-и послеоперационного мониторинга церебральной оксигенации и кровенаполнения головного мозга-метод спектроскопии в близком к инфракрасному спектре. Он позволяет диагностировать гипоксемию, как на системном, так и на региональном

уровнях, а также может быть критерием эффективности проводимой терапии и не зависит от стабильности показателей гемодинамики, например в условиях гипотензии и гиповолемии.

Метод церебральной оксиметрии

В основе метода церебральной оксиметрии лежит принцип оптической спектроскопии с применением инфракрасного света с диапазоном от 650 до 1100 нм [23, 49, 50, 62, 74, 90]. Световой луч этого диапазона, с одной стороны, хорошо проникает через скальп, кости свода черепа и мозговое вещество. С другой стороны, этот диапазон света избирательно поглощается специфическими молекулами хромофоров, к которым относятся окси - и дезоксигемоглобин, цитохром-С-оксидаза и некоторые другие. Следует отметить, что содержание окси - и дезоксигемоглобина в мозговой ткани в десятки раз превосходит содержание всех других хромофоров, поэтому данный метод позволяет оценивать как кислородный статус гемоглобина, находящегося в сосудах исследуемой области головного мозга, так и его динамику (Edmonds H.L., et al. 1994; Yelderman M., 1990).

Так как точное расстояние, проходящее световым пучком неизвестно, то расчет абсолютных значений общего и восстановленного гемоглобина невозможен, поэтому вычисляется относительная величина восстановленного гемоглобина к его общему количеству. Показатель регионарного насыщения гемоглобина кислородом (rSO_2) выражается в процентах [21, 22, 23].

Морфометрические исследования головного мозга показали, что примерно 85 % объема сосудистого русла приходится на венозные сосуды, 10 % - на артерии и около 5 % - на капилляры [31, 35, 37, 57]. Из этого следует, что метод церебральной оксиметрии позволяет оценивать оксидативный статус, главным образом, в крови церебральных венозных сосудов. Это кардинально отличает его от, активно используемого в практике, метода пульсоксиметрии, который основан не на анализе всего светового излучения, как ЦО, а только его пульсовой составляющей, и, поэтому, отражает насыщение кислородом

гемоглобина артериальной крови. Этот факт подтверждает очень важное преимущество метода церебральной оксиметрии над пульсовой оксиметрией: ЦО не зависит от постоянной пульсовой волны, а значит, не нуждается в стабильной гемодинамике.

О значимости и информативности определения степени насыщения гемоглобина кислородом в венозной крови для диагностики ишемии и гипоксии тканей головного мозга, свидетельствует то, что снижение объемного кровотока в ткани (ишемия) или пониженное содержание кислорода в притекающей артериальной крови (гипоксия) формируют тканевой дефицит кислорода. Одним из первых компенсаторных механизмов, направленных на ликвидацию тканевого дефицита кислорода является увеличение его экстракции из протекающей крови [14]. Результатом повышенной тканевой экстракции кислорода является неизбежное снижение содержания кислорода в оттекающей венозной крови, и, прежде всего той его фракции, которая связана с гемоглобином. Таким образом, метод церебральной оксиметрии улавливает именно этот процесс и позволяет оценить его количественно по проценту насыщения гемоглобина кислородом (Илюкевич Г.В., Прушак А.В.;1996).

Многие авторы проводили сравнительный анализ показателей, полученных с помощью церебральной оксиметрии и других методов.

Так, например, при сравнительной характеристике метода ЦО с югулярной оксиметрией по данным Kirkpainck P.G.(1995) первый имеет большую чувствительность к изменениям церебрального перфузионного давления. Кроме того, ЦО позволяет различать прямо противоположные процессы, приводящие к падению перфузионного давления в мозге: церебральную гиперемию и первичное повышение внутричерепного давления с развитием ишемии нервной ткани. В первом случае показатель rSO_2 повышается, во втором - снижается.

В работе по изучению влияния разных степеней гипоксии при сравнении показателей rSO_2 и $SvjO_2$ различия были минимальны, а показатели находились в высокой корреляционной связи (Grubhofer G.,1997; Henson L.C.,1995).

При проведении сравнительного анализа результатов, полученных методом церебральной оксиметрии и напряжения кислорода в мозговой ткани полярографическим электродом, также отмечалась высокая корреляционная связь между методами. Была доказана надежность и стабильность ЦО при длительном мониторинге у больных с острым нарушением мозгового кровообращения (Hoizschuh.M.,1997).

Интересны результаты исследованя, в котором авторы сравнивали три метода (ЦО, полярографический метод и югулярную оксиметрию) оценки оксигенации головного мозга. Данные хорошего качества при полярографическом методе были получены в течение 95% времени мониторинга, при проведении церебральной оксиметрии - в 50-70%, при использовании югулярной оксиметрии - в 40-50% (Meixensberger R.1996).

Также были проанализированы результаты одномоментного мониторинга электроэнцефалограммы (ЭЭГ) и ЦО у пациентов с сосудистой патологией головного мозга (Шмигельский А.В.,1991). Была показана высокая степень диагностической чувствительности церебральной оксиметрии к функционально обратимой ишемии, сопоставимой с таковой у электрофизиологических методов [52, 53, 54, 55].

При исследовании влияния гипоксических смесей на здоровых добровольцев у всех отмечалось снижение rSO_2 и изменения на ЭЭГ. (McCormik P.W.,1991). Однако, показателей ЦО реагировали на эпизоды гипоксии раньше, чем одномоментная электроэнцефалограмма [76, 77, 78].

При обследовании пациентов с полушарным инсультом были выявлены корреляции между показателями ЦО и данными, полученными с помощью ультразвукового, тепловизионного и электрофизиологического методов исследования. Использование метода церебральной оксиметрии позволило

получить взаимодополняющую информацию о степени перфузии, оксигенации, ликворо- и гемодинамики [32].

Все сказанное позволяет сделать вывод, что метод церебральной оксиметрии является информативным, безопасным, простым в использовании и оптимальным для использования у пациентов любой возрастной группы.

Сравнительная характеристика методов определения церебральной оксиметрии и метаболизма головного мозга представлена в таблице 1.

1.3 Развитие методики церебральной оксиметрии

Технология церебральной оптической оксиметрии начала интенсивно изучаться в 80-ых годах прошедшего века. Существовавшая к тому времени полярографическая технология не удовлетворяла врачей из-за необходимости в каждом случае производить краниотомию для введения электродов и невозможности длительного мониторинга. Это обстоятельство и способствовало разработке оптических технологий. Jobsis F. F. в 1977 году впервые предложил метод спектроскопии с участком спектра, расположенного на границе видимого и инфракрасного света (длина волны от 700 до 1000 нм) [62, 74].

Одно из первых сообщений о клиническом применении ЦО и использованной при этом аппаратуре принадлежит McCormic P.W. и соавторам [76, 77, 78]. Относится оно к педиатрической практике и в частности к неонатологии, что было обусловлено малыми размерами головы новорожденного, очень тонким слоем кожи и костных структур, которые позволяли проводить спектроскопию проходящего света для оценки мозгового кровотока и внутричерепного объема крови (Brazy J.E. et.al.,1985).

В последующие годы в работах, посвященных оптимизации респираторной поддержки у новорожденных с респираторным дистресс-синдромом для последующего предотвращения у них оксидативной травмы, были определены

нормативные показатели ЦО у здоровых новорожденных (Эстрин В.В. и соавт.,2009). Они составляли: слева- 74-81%, справа-79-88%, а также было доказано, что анализ данных, полученных методом церебральной оксиметрии, позволил существенно уменьшить фракцию кислорода в дыхательной смеси и продолжительность ИВЛ, что дало возможность рекомендовать данный метод для рутинного использования в неонатальной практике[61]. Это подтверждается и результатами зарубежных исследователей (Greisen G. et al.,2011; Greisen G. et al.,2011).

Работы, выполненные другими авторами, свидетельствуют о том, что церебральная оксиметрия может быть использована как метод мониторинга оксигенации головного мозга у новорожденных с критическими врожденными пороками сердца и асфиксией в родах, а также у новорожденных, нуждающихся в экстракорпоральной мембранной оксигенации (Fenic J.C.,2009). Достаточная точность и информативность метода была доказана и исследователями, использующими ксенон (Xe133) у новорожденных (Scov V. et al.,1991; Muellner T. et. al.,1998) [41, 65, 70, 94, 95].

Однако, такой подход в связи с анатомическими особенностями был неприемлем для детей старшего возраста и взрослых пациентов, что и привело к разработке методики спектроскопии в отраженном свете (Kirkpatrick P.J. et al.,1995; McCormick P.W.,1991; Seiyama A. et al., 1987).

Еще одной значимой проблемой было исключение контаминации получаемых значений rSO_2 за счет экстрацеребральной крови, протекающей в сосудах мягких тканей головы, а также погрешности, обусловленные прохождением лучей через кожу, кости черепа, ликвор и оболочки головного мозга. Решить эти проблемы удалось за счет разработки нестандартной конструкции сенсора - одновременное использование сразу двух датчиков, улавливающих отраженный инфракрасный свет, и расположенных на определенном расстоянии друг от друга. Такое расположение улавливающих отраженный свет датчиков позволяет определять изолированно ту часть

светового пучка, которая отражается от кости и экстрацеребральных тканей и ту часть света, которая отражается от церебральных структур. Использование такой конструкции сенсора и сложного аппарата обработки данных позволяет точно определять именно церебральную сатурацию за счет автоматического вычитания экстрацеребрального компонента.

Внедрение, указанных выше, технических решений позволило выпустить церебральные оксиметры для клинического применения. Все эти приборы созданы на основе микропроцессорной техники, просты и надежны в эксплуатации. Их использование позволяет контролировать значения насыщения гемоглобина кислородом в крови, протекающей в сосудах ткани мозга в тех его отделах, над которыми расположен сенсор, а также значения некоторых других показателей, характеризующих кислородный баланс головного мозга.

Таблица 1. **Сравнительная характеристика методов определения оксигенации**

Методы определения оксигенации	**$SvjO_2$**	**$PbrO_2$**	**SpO_2**	**rSO_2**	**ТКДГ**	**МТГМ**
инвазивность	да	да	нет	нет	да	да
определяемое насыщение крови	венозное	тканевое	артериальное	артериальное+ венозное	артериальное	тканевое
потребность в пульсовом компоненте	да	нет	да	нет	да	нет
определяемая оксигенация	системная + регионарная	регионарная	системная	регионарная	системная + регионарная	регионарная

1.4 Возможности церебрального оксиметра в определении оксигенации головного мозга

Схема работы метода церебральной оксиметрии представлена нами на примере монитора INVOS Somanetics 5100 (производство США), в котором использован принцип спектроскопии в близком к инфракрасному спектре. Система церебрального оксиметра INVOS состоит из сенсоров одноразового использования, называемых «SomaSensor», дисплейного модуля, называемого «INVOS» и дополнительного оборудования (Рисунок 1,2). Измерительные датчики церебрального оксиметра располагают на коже лобно-теменной области на границе волосистой части головы, предварительно обработанной дезинфицирующим раствором, они прикрепляются с помощью специального геля и подсоединяются к модулю посредством кабеля предварительного усилителя (Рисунок 1). Имеются данные, что при размещении датчика над волосистой частью головы, даже хорошо выбритой, происходит значительное ослабление сигнала волосяными луковицами. После включения и автоматического тестирования прибора значения оксигенации головного мозга выводятся на экран в постоянном режиме, отдельно с правого и левого полушария и обновляются каждые 5 секунд (Рисунок 1). При необходимости пользователь может установить границы тревог [86].





Рисунок 1. Общий вид датчиков и монитора церебрального оксиметра. Подсоединение датчика к предусилителю. Расположение датчиков на коже лобной области головы пациента.

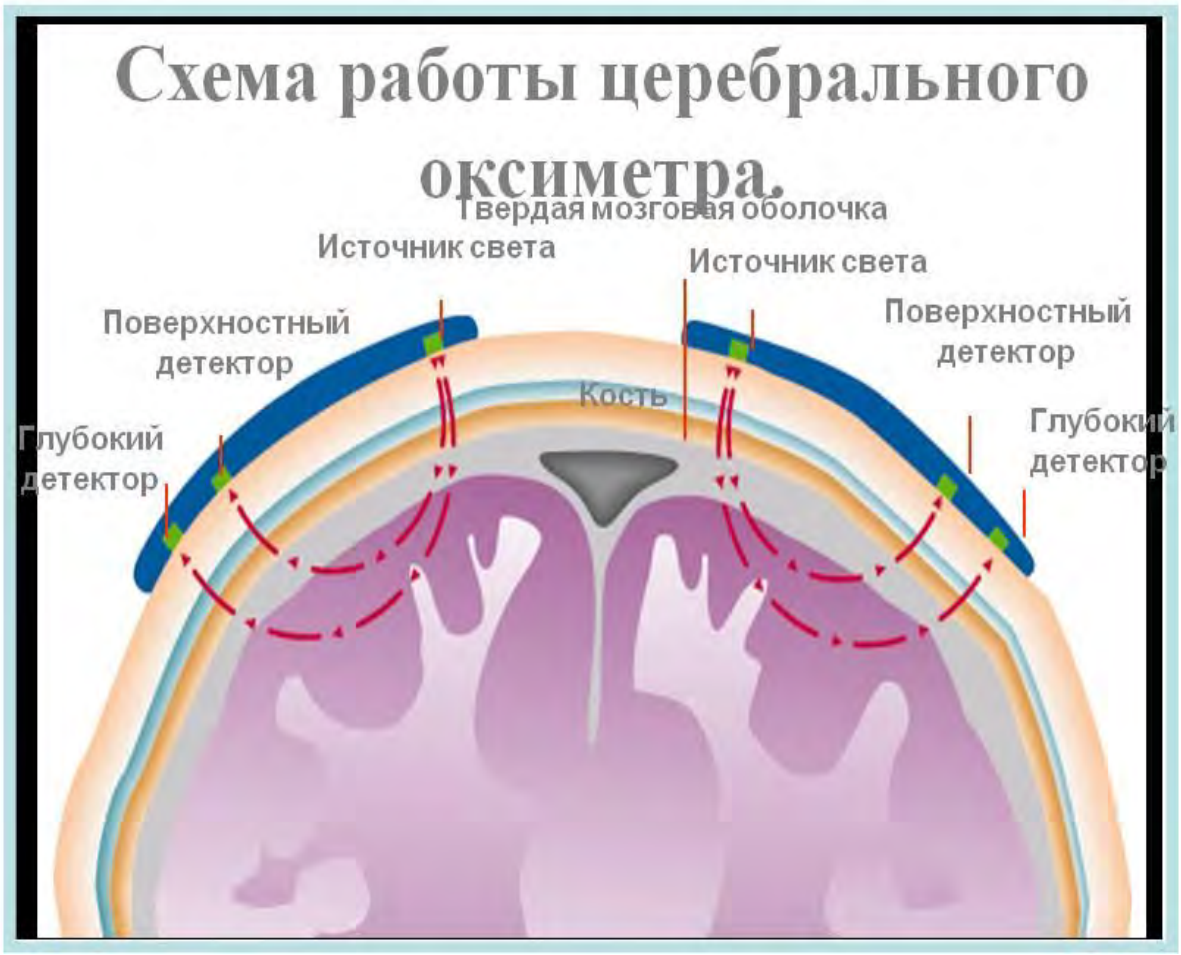


Рисунок 2. Схема работы церебрального оксиметра.

Пользовательский интерфейс под управлением меню обеспечивает простой доступ к установкам верхних и нижних пределов звуковых сигналов, к настройкам форматов отображения и получения данных. Функциональные клавиши представляют собой удобные элементы управления, позволяющие осуществлять включение электропитания системы, отключение сигналов, маркировку важных ситуаций и печать результатов, которые могут храниться в памяти системы до 24 часов и выводиться на разные стандартные принтеры или передаваться на персональный компьютер через порт RS232.

Подводя итог вышесказанному, можно отметить следующие преимущества метода:

1. Данный метод является неинвазивным, безопасным для врачей и пациентов. Может использоваться как у взрослых, так и у детей любого возраста.

2. Измерение оксигенации головного мозга происходит в режиме реального времени.

3. Аппарат для измерения церебральной оксиметрии компактен, портативен и удобен для использования, как в операционной, так и в реанимационном зале. Может устанавливаться прикроватно (рядом с операционным столом) и не требует транспортировки больного.

4. Не зависит от стабильной гемодинамики.

1.5 Эффективность использования метода церебральной оксиметрии во время проведения хирургических вмешательств и интенсивной терапии у детей

В настоящее время, сообщения об интраоперационном применении метода церебральной оксиметрии и определение его информативности достаточно многочисленны, однако, в основном, все они относятся к сердечно-сосудистой и нейрохирургии у взрослых пациентов [2, 15, 17, 30, 42, 46, 47, 51, 56, 67, 80, 89, 91, 92, 93, 97].

Исследователи оценивали адекватность церебральной перфузии на различных этапах операций с использованием искусственного кровообращения и определяли зависимость изменений насыщения кислородом коры головного мозга от параметров центральной гемодинамики при хирургической коррекции приобретенных комбинированных пороков сердца [17, 26, 30, 44, 47, 92, 93, 97].

Наибольший интерес представляют работы Прокопьева Г.Г. и соавторов, которые с помощью динамики изменения оксигемоглобина, дезоксигемоглобина, содержания общего гемоглобина и окислительного статуса цитохромоксидазы изучали оценку влияния наиболее используемых общих анестетиков (галотан, закись азота, энфлюран, кетамин и пропофол) на церебральную гемодинамику и метаболизм головного мозга у детей [10, 11, 24, 38, 39, 46. 87, 98].

Другими авторами было определено значительное увеличение кровенаполнения головного мозга в ответ на введение кетамина, а также, что использование пропофола на этапе индукции наиболее безопасно для кислородного статуса головного мозга [39].

В исследованиях Линьковой Т.В. изучалось влияние на церебральную оксигенацию и гемодинамику наиболее применяемого в последнее время ингаляционного анестетика севофлуран [19]. Было выявлено, что кислородный статус и кровенаполнение головного мозга при быстрой индукции анестезии севофлураном у детей характеризуются достоверным повышением регионарной сатурации в среднем на 3% за счет достоверного уменьшения дезоксигемоглобина на 12% и повышения оксигемоглобина на 5,4%. При этом показатели общего гемоглобина не имели статистически значимых отличий, что свидетельствует о слабо выраженном влиянии севофлурана на кровенаполнение головного мозга.

При изучении состояния кислородного статуса головного мозга при лапароскопических вмешательствах у детей, а также влияния изменения положения тела на операционном столе на показатели ЦО, было отмечено снижение данных rSO_2 при инсуфляции воздуха в брюшную полость в положении Тренделенбурга (Чусов К.П.,соавт.,2008). После возврата к горизонтальному положению операционного стола, происходило некоторое повышение rSO_2. Эксуфляция газа из брюшной полости приводила к

восстановлению всех показателей церебральной гемодинамики до уровня начала оперативного вмешательства [58, 59].

Другими авторами с помощью метода ЦО исследовалась адекватность аналгезии при ингаляционной анестезии галотаном и закисью азота, а так же ее комбинации с каудальной аналгезией или внутривенным введением фентанила. Было показано, что ингаляционная анестезия галотаном и закисью азота, по данным церебральной оксиметрии, не способна предотвратить увеличение регионарного мозгового кровенаполнения в ответ на воздействие ноцицептивного фактора. Применение ингаляционной анестезии в комбинации с внутривенным введением наркотического аналгетика или с регионарной блокадой предупреждает увеличение регионарного мозгового кровенаполнения, связанного с ноцицептивным раздражением (Щукин В.В. с соавт.,2005г).

В других исследованиях была доказана важность и информативность применения метода церебральной оксиметрии в прогнозировании исхода у детей с острой церебральной недостаточностью [12,18].

Несмотря на приведенные в обзоре литературы сведения, посвящённые использованию БИКС в анестезиологии, сообщения о применении этого метода именно у пациентов детского возраста на данный момент немногочисленны, практически отсутствуют данные зависимости показателей церебральной оксиметрии от длительности и травматичности оперативного вмешательства. До настоящего времени так и не изучены показатели церебральной оксиметрии у соматически здоровых детей в зависимости от пола и возраста, а также нет четких обоснований для включения данного метода в общий план интра- и послеоперационного мониторинга пациентов.

Все сказанное выше и послужило поводом для проведения данной работы.

Глава 2

Материалы и объем исследования

Работа выполнена на базе Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научный центр здоровья детей» (директор - академик РАН, д.м.н., профессор А.А. Баранов) в отделениях анестезиологии с операционным блоком и кабинетом переливания крови (руководитель - д.м.н. А.Е. Александров), ультразвуковой диагностики (руководитель - д.м.н., профессор И.В. Дворяковский), реанимации и интенсивной терапии (руководитель - д.м.н. Р.Ф.Тепаев).

В исследование было включено 165 детей в возрасте от 0 до 17 лет (101 мальчик и 64 девочки). Работа проводилась в четыре этапа.

На первом этапе для определения показателей церебральной оксигенации у здоровых детей в зависимости от пола и возраста, а также для выявления существующих различий между показателями ЦО в правом и левом полушарии головного мозга были обследованы 50 соматически здоровых детей, из них было 31 мальчик и 19 девочек в возрасте от 4 месяцев до 17 лет.

На адекватную оксигенацию головного мозга оказывают влияние многие патофизиологические процессы, основные из которых: среднее артериальное давлениее, которое является основной составляющей церебрального перфузионного давления, этот физиологический показатель характеризует уровень перфузии (кровоснабжения) головного мозга. Сердечный индекс (СИ)– показатель функции сердца, представляющий собой отношение минутного объема сердца к площади поверхности тела. Ослабление возможностей сердца по перекачиванию крови ведет к снижению СИ, что, в свою очередь, отрицательно отражается на показателях ЦО. Кислородная емкость крови зависит от концентрации в крови гемоглобина. Снижение гемоглобина приводит к дефициту доставки кислорода к тканям, в том числе головного

мозга и, следовательно, к снижению показателей rSO_2. Колебания температуры тела, сопровождающиеся ознобом, приводят к возрастанию потребления кислорода клетками головного мозга, в период охлаждения больного происходит достоверное снижение показателей rSO_2. Гиперкапния вызывает резкое расширение сосудов головного мозга, а гипокапния их сужение [1, 27, 45, 63, 88. 100].

Однако, одним из важнейших параметров, безусловно, является функциональное состояние сердечно-сосудистой системы. При наличии заболеваний ССС может отмечаться неадекватное поступление кислорода в легочный кровоток, а соответственно и к клеткам головного мозга, что проявляется гипоксией и отражается на значениях церебральной оксигенации.

На втором этапе проведенной работы с целью выявления степени зависимости оксигенации головного мозга от изменения функциональных параметров сердечно-сосудистой системы у 35 детей от 1 года до 17 лет церебральная оксиметрия измерялась параллельно с эхокардиографическим исследованием сердца (ЭхоКГ). В группу вошли 11 пациентов с дилатационной кардиомиопатией (ДКМП), в параметрах их сердечной деятельности имелись разной степени отклонения. Остальные 24 ребенка были с ревматологическими заболеваниями и пороками развития бронхо-легочной системы, их гемодинамические показатели были в пределах возрастной нормы. Данная группа была представлена 19 мальчиками и 16 девочками.

Эхокардиографическое исследование (Эхо КГ) сердца проводилось на ультразвуковом аппарате VIVID S6 (General Electric) по общепринятой методике в режиме B, M, CW с использованием постоянноволнового допплера. Измерялись показатели фракции выброса по Тейхольцу (ФВ), частоты сердечных сокращений (ЧСС) и ударного объема (УО). Эффективный сердечный выброс рассчитывался по допплеровской кривой потока из аорты в 5-камернорй позиции. Ударный объем вычислялся как среднее значение из трех циклов.

На третьем этапе исследования с целью определения влияния современного ингаляционного анестетика севофлуран и его комбинации с регионарной анестезией на церебральную гемодинамику, а также для определения важности и информативности метода церебральной оксигенаци на всех этапах различных по длительности и травматичности оперативных вмешательств, обследовались 50 детей в возрасте от 6 месяцев до 16 лет с различной хирургической патологией. Из них 15 детей были с урологическими заболеваниями (мегауретер, пузырно-мочеточниковый рефлюкс и гидронефроз), им проводились длительные (2,5-3 часа) хирургические вмешательства, 15 пациентов с патологией репродуктивной системы (крипторхизм, фимоз, варикоцеле), продолжительность операции не превышала 1 час. По поводу ортопедической патологии оперировались 20 детей (плосковальгусная деформация стоп, косолапость, доброкачественные опухоли костей конечностей), продолжительность оперативного вмешательства составляла от 1,5 до 2 часов.

Все дети на момент проведения оперативного вмешательства находились в удовлетворительном состоянии, не имели выраженных изменений гемодинамики и по исходному физическому статусу относились к I-II ASA.

При анестезиологическом обеспечении применялся ингаляционный анестетик севофлуран. У детей с урологической патологией при длительных операциях и у детей с ортопедической патологией при операциях на верхних конечностях использовались миорелаксанты, наркотические анальгетики в возрастных дозировках и эндотрахеальный наркоз. У пациентов с заболеваниями нижних конечностей (n=17) осуществлялась комбинированная анестезия: севофлуран в сочетании со спинальной блокадой бупивакаином (Маркаин Спинал 0,5%). Мониторинг церебральной оксиметрии проводился с момента поступления ребенка в операционную и до конца проведения анестезиологического пособия. Исходно показатели снимались до начала анестезии, на 1-ой, 3-й, 5-ой и 8-ой минутах этапа индукции (проводилась

сравнительная характеристика показателей ЦО и общей гемодинамики при использовании двух методик: пошаговой и болюсной), на протяжении хирургической стадии и в стадии пробуждения. Этап пробуждения начинался после прекращения поступления севофлурана в контур наркозного аппарата и продолжался до восстановления адекватного самостоятельного дыхания у пациентов с эндотрахеальным наркозом, что в среднем происходило к 5-6 минуте или возвращения в сознание детей, анестезиологическое пособие которых не требовало интубации трахеи (5-8 минута). Всем обследуемым проводилась оценка параметров сердечно-сосудистой системы, включающая в себя электрокардиограмму (ЭКГ мониторинг), пульсовую оксиметрию (SpO2), измерение частоты сердечных сокращений (ЧСС) и среднего артериального давления (АД ср.). Все показатели в условиях операционной регистрировались с помощью монитора Drager Infinity Delta (Германия). Оценка параметров вентиляции, дыхательной функции и газообмена осуществлялась при помощи монитора наркозного аппарата «Drager Primus » (Германия) или « Aestiva-5» (США).

На заключительном четвертом этапе работы были обследованы 30 детей от 6 месяцев до 17 лет из отделения реанимации и интенсивной терапии, 26 из которых наблюдались после различных оперативных вмешательств, охарактеризованных ранее. Все они находились в состоянии остаточной медикаментозной седации на самостоятельном адекватном дыхании воздухом и составили послеоперационную группу. Церебральная оксиметрия измерялась пациентам непосредственно после поступления из опреационного блока, что характеризовало исходное значение на протяжении 30 минут. Параллельно измерялись показатели гемодинамики: ЧСС, АД и пульсоксиметрия. Данные регистрировались с помощью прикроватного монитора PHILIPS V26 CT (Германия). Производился забор капиллярной крови, а также у 10 детей венозной крови из центрального сосуда для анализа кислотно-основного состояния (КОС). Клинико-лабораторные исследования крови проводились в

централизованной клинико-диагностической лаборатории отделения реанимации и интенсивной терапии (заведующий отделением - д.м.н. Н.А. Маянский). Данные обрабатывались на анализаторе газов крови, оксиметрии, электролитов и метаболитов ABL 800 FLEX и SIMENS RAPIDPOINT 500.

Четырем пациентам исследование проводилось длительно, в том числе и во время оказания реанимационных мероприятий, параллельно производились заборы и анализ периферической крови и крови из центрального сосуда, а также постоянный контроль параметров гемодинамики.

Оксиметрический мониторинг осуществлялся во всех группах детей прибором INVOS-5100 (Somanetics США). Измерение оксигенации головного мозга проводилось стандартно, неинвазивно, в режиме реального времени. После обработки лба ребенка дезинфицирующим раствором по описанной выше методике накладывались датчики оксиметра. Полученные данные записывались и сохранялись в разделе тренды портативной памяти аппарата, а затем обрабатывались.

Распределение больных по группам представлено на рисунке 3.

Перед проведением исследований и оперативных вмешательств с родителями всех наблюдавшихся детей была проведена разъяснительная беседа о безопасности использования метода церебральной оксиметрии и получено добровольное информированное согласие.

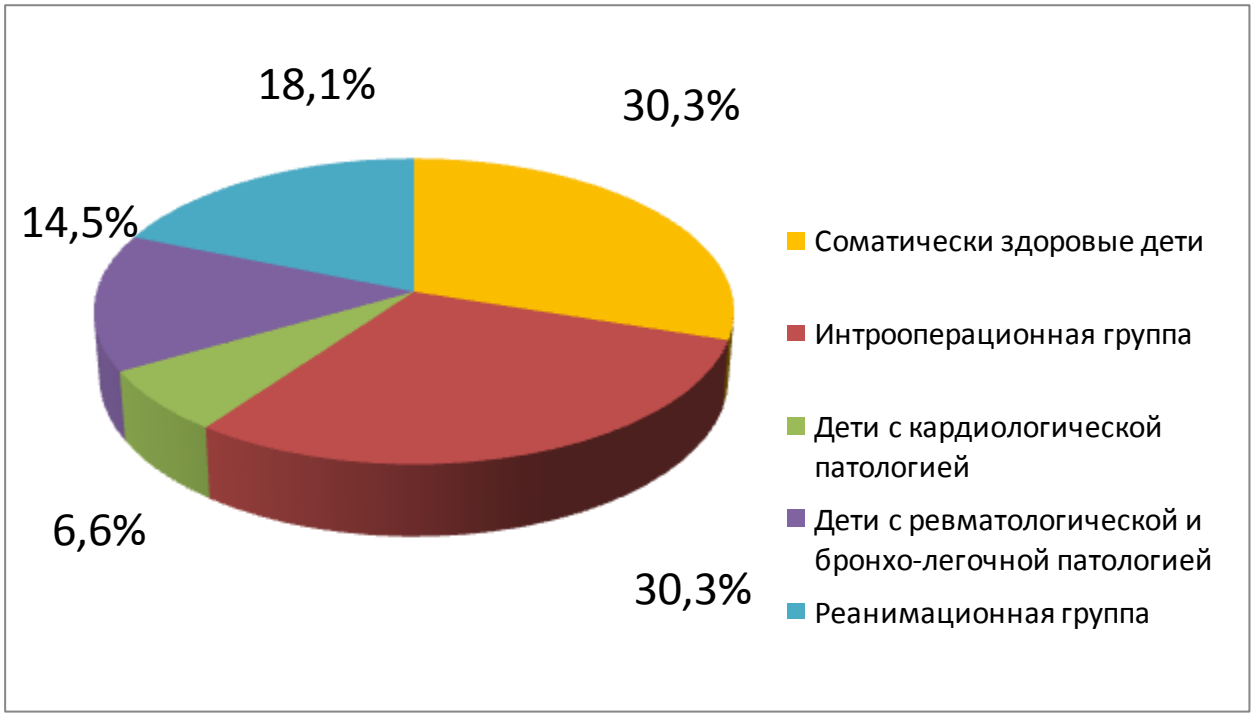


Рисунок 3. Распределение больных по группам исследования.

Все полученные в ходе работы данные были обработаны. Статистический анализ осуществлялся с помощью пакета программы Statistica 6.0 (StatSoft Inc.). Анализ данных включал стандартные методы описательной и аналитической статистики. В связи с тем, что значения большинства исследованных показателей не подчинялись нормальному распределению из-за малого объема выборки, параметрические методы статистического анализа не применялись. Для описания данных использовались 50-й процентиль или медиана (Me), а также 25-й и 75-й процентили. Для сравнения данных в группах использовался тест сопряженных пар, метод Манна-Уитни. Для выявления зависимости между изучаемыми признаками применялся корреляционный анализ с использованием непараметрического коэффициента корреляции Спирмена. Вероятность ошибки $p<0,05$ расценивалась как значимая, $p<0,01$-очень значимая и $p<0,001$-максимально значимая.

Глава 3

Характеристика собственных наблюдений

3.1 Показатели церебральной оксиметрии у соматически здоровых детей

Учитывая то, что в современной отечественной и зарубежной литературе отсутствуют четкие данные показателей церебральной оксиметрии в зависимости возраста и пола, а в предыдущих работах представлены показатели в возрастной группе от 6 лет и старше, на первом этапе исследования были отобраны 50 практически здоровые детей. Все дети не имели в анамнезе оперативных вмешательств и анестезиологических пособий, отклонений в неврологическом статусе, не страдали заболеваниями, которые могли бы отразиться на функциональном состоянии головного мозга. Предварительно всем детям измерялись частота дыхания, частота сердечных сокращений и артериальное давление. Показатели были в пределах возрастной нормы.

Все обследуемые дети были разделены на 4 группы в зависимости от возраста: I группа - до 1 года (n=10); II группа - от 1-го года до 3-х лет (n=10); III группа - от 4-х до 10-ти лет (n=15); IV группа - старше 10-ти лет (n=15). Для объективности данных каждая группа была представлена детьми разного пола: первая представлена мальчиками и девочками в равном количестве, по 5 человек; вторая группа представлена 7 мальчиками и 3 девочками, третью группу составляли 11 мальчиков и 4 девочки; четвертую - 8 мальчиков и 7 девочек. Все обследуемые дети находились в удовлетворительном состоянии на спонтанном адекватном дыхании воздухом. У детей первой группы (до 1 года) для исключения влияния на показатели эмоционального компонента (плача или выраженной двигательной активности), исследование проводилось в состоянии физиологического сна.

Распределение детей по возрасту и полу представлено в таблице 2.

Таблица 2. Распределение детей по возрасту и полу

Возраст / **Пол**	**I группа (0-1 год)**	**II группа (1-3 года)**	**III группа (4-10 лет)**	**IV группа (>10 лет)**	**Всего**
мальчики (%)	5 (10%)	7 (14%)	11 (22%)	8 (16%)	31 (62%)
девочки (%)	5 (10%)	3 (6%)	4 (8%)	7 (14%)	19 (38%)
всего (%)	10 (20%)	10 (20%)	15 (30%)	15 (30%)	50 (100%)

Полученные в ходе исследования показатели церебральной оксиметрии у здоровых детей в разных возрастных группах представлены в таблице 3.

Таблица 3. Показатели церебральной оксигенации у здоровых детей в разных возрастных группах, Me (25%; 75%)

Группы	**I группа (до 1 года) (n=10)**	**II группа (1-3 года) (n=10)**	**III группа (4-10 лет) (n=15)**	**IV группа (>10 лет) (n=15)**
rSO_2 с левого полушария %	64,3 (60,1;70,5)	69,7* (64,1;75,5)	69,9** (65,5;72,1)	69,6*** (65,3;75,8)
rSO_2 с правого полушария%	64,1 (61,3;69,3)	69,8* (65,1;74,9)	69,2** (65,1;74,8)	69,8*** (66,1;74,9)

Примечание: *- *статистически значимое отличие между 1и II группами (p<0,05).*

**- *статистически значимое отличие между 1 и III группами (p<0,05).*

***- *статистически значимое отличие между 1 и IV группами (p<0,05).*

Как видно из таблицы, показатели церебральной оксигенации, снятые с левого и правого полушария, в 1-ой группе (дети до 1 года) практически не отличаются между собой и составляют 64,3% и 64,1% соответственно. Далее

наблюдается достоверное увеличение данных оксигенации головного мозга во II-ой группе (дети от 1 года до 3 лет): с левого полушария они составляют 69,7%, с правого - 69,8%, так же как и в I-ой группе не отличаются между собой. Такой повышение, по нашему мнению, связано с активным развитием центральной нервной системы на первом году жизни, а именно, с дифференцировкой и увеличением размеров и объемов нервных клеток больших полушарий, а также с увеличением количества нервных отростков и их миелинизацией.

В III-ей группе (дети с 4 до 10 лет) получены практически те же результаты, что и во II-ой группе. Показатели составляют 69,9% - с левого полушария и 69,2% - с правого, так же как и в предыдущих группах, показатели не имели межполушарных различий.

В IV-ой группе (дети старше 10 лет) показатели церебральной оксигенации справа и слева не меняются, не отличаются между собой и составляют по 69,6% - с левого полушария и 69,8% – с правого.

Показатели церебральной оксиметрии с левого и правого полушария у детей в разных возрастных группах указаны на рисунке 4.

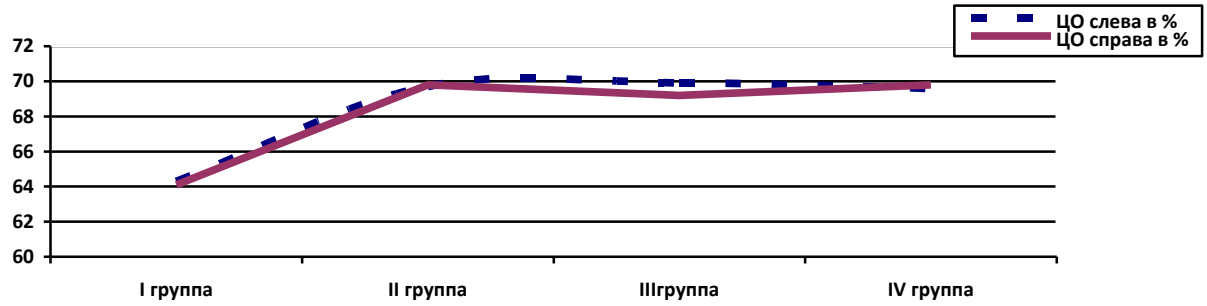


Рисунок 4. Показатели церебральной оксиметрии у детей с левого и правого полушария в зависимости от возраста.

В связи с тем, что многочисленные исследования последних десятилетий показали, что головной мозг с рождения имеет анатомическую и физиологическую межполушарную специализацию, а также отмечаются

заметные функциональные различия между правым и левым полушариями, особенности в их кровоснабжении и устойчивости к гипоксии, в последующем, было проведено сравнение показателей церебральной оксигенации с правого и левого полушария в общей группе мальчиков и девочек. Полученные в ходе исследования результаты представлены в таблице 4.

Таблица 4. Показатели церебральной оксиметрии в зависимости от пола, Me (25%; 75%)

Пол	**Мальчики (n=31)**	**Девочки (n=19)**
rSO_2 с левого полушария%	70,5 (65,3;77,4)	70,8 (64,4;74,7)
rSO_2 с правого полушария%	70,1 (64,9;76,7)	69,0 (65,9;72,9)

Как видно из таблицы, при сравнительном анализе данных ЦО у детей в общих возрастных группах, различающихся по гендерному признаку, показатели не имели межполушарных различий и не зависели от пола.

Таким образом, на первом этапе исследования были определены показатели церебральной оксигенации у соматически здоровых детей в разных возрастных группах. Отмечалось достоверное повышение значений в возрастной группе с 1 года до 3 лет, далее показатели оставались стабильными.

3.2 Динамика церебральной оксиметрии в зависимости от функциональных показателей сердечно-сосудистой системы

С целью выявления степени зависимости оксигенации головного мозга от изменения функциональных параметров сердечно-сосудистой системы у 35 детей церебральная оксиметрия измерялась однократно на протяжении 30 минут параллельно с эхокардиографическим исследованием сердца. Группу

составили 11 детей с дилатационной кардиомиопатией. Дети с ДКМП были скомпенсированы по основному заболеванию и их состояние расценивалось как средней тяжести, а самочувствие удовлетворительное. 22 ребенка наблюдались с ревматологической патологией: 21 ребенок с ювенильным ревматоидным артритом (ЮРА), 1 ребенок - с системным склерозом и 2 пациента имели врожденный порок развития бронхов. Все дети с ревматологической и бронхо-легочной патологией не предъявляли жалоб и не имели симптомов, характерных для патологии сердечно-сосудистой системы.

В связи с тем, что, как указывалось выше, показатели церебральной оксиметрии не зависят от пола и не имеют межполушарных различий, разделение детей по гендерному признаку не проводилось, а показатель ЦО рассчитывался как среднее между правым и левым полушарием.

Все обследуемые на данном этапе дети получали терапию, входящую в протокол данных заболеваний. Пациенты приходили на плановое ультразвуковое исследование сердца, все исследуемые пациенты находились в покое, положении лежа, на спонтанном адекватном дыхании воздухом и в кислородной поддержке не нуждались.

Распределение обследованных больных по возрасту и характеру основной патологии представлены в таблице 5.

Таблица 5. Распределение больных по возрасту и характеру основной патологии

Возраст / **Нозологии**	**До 10 лет**	**Старше 10 лет**	**Всего**
дети с ревматологическими и бронхо-легочными заболеваниями	10	14	24
дети с ДКМП	6	5	11
всего	16	19	35

Во время проведения ультразвукового исследования измерялись показатели фракции выброса по Тейхольцу (ФВ), частоты сердечных сокращений (ЧСС) и ударного объема (УО). Данные параметры (ФВ, ЧСС и УО) были выбраны в связи с тем, что они в наибольшей степени отражают функциональные и гемодинамические характеристики сердечно-сосудистой системы и первыми претерпевают изменения, особенно у пациентов с патологией ССС. Так основными характерными ЭхоКГ- признаками ДКМП являются: резкое увеличение размеров камер сердца, уменьшение амплитуды и скорости систолодиастолических движений миокарда, уменьшение показателей ударного объема крови и фракции выброса левого желудочка вследствие дилатации левых и правых отделов сердца и снижения сократимости миокарда.

Параллельно с ультразвуковым исследованием осуществлялся оксиметрический мониторинг. Полученные с помощью ультразвукового исследования показатели функциональных параметров сердца сравнивались с нормативами в зависимости от веса пациента, которые были разработаны сотрудниками ФГБНУ НЦЗД, что представлено в таблице 6.

Таблица 6. Нормы функциональных параметров сердца в зависимости от веса ребенка (Иванов А.П., Сугак А.Б., 2006)

Вес (кг)	Ударный объем (мл)	Фракция выброса (%)
менее 10	10,7±4,3	71,2±5,3
10-19	27,9±9,3	67,4±3,7
20-29	37,6±5,9	66,6±4,7
30-39	46,3±6,1	67,5±3,4
40-49	52,0±6,6	68,5±3,0
50-59	55,7±5,7	67,4±3,7
60-69	59,2±6,1	65,6±2,4
более 70	66,2±3,5	63,9±1,8

Показатели церебральной оксигенации, полученные на данном этапе исследования сравнивались с данными у здоровых детей в зависимости от возраста, полученными на первом этапе работы.

В группе детей, не имеющих кардиологической патологии (n=24), все снимаемые показатели: ЧСС, ФВ, УО и rSO_2 находились в пределах возрастных норм, лишь у двух детей с бронхо-легочной патологией показатели церебральной оксигенации были снижены на 2 и 3%, что, по-видимому, связано с невыраженной хронической гипоксией.

У детей с дилатационной кардиомиопатией, отмечались в разной степени изменения показателей фракции выброса, ударного объема, частоты сердечных сокращений и церебральной оксигенации головного мозга относительно возрастных норм, что представлено в таблице 7.

Таблица 7. Степень снижения показателей ФИ, УО, ЧСС и ЦО у детей с ДКМП относительно возрастных норм, n=11

Степень снижения ФВ (%)	Степень снижения УО (%)	Динамика ЧСС (%)	Степень снижения ЦО (%)
10	N	увеличение на 10%	15*
15	20	N	10*
16	10	N	6*
16	62	N	25*
19	8	увеличение на 10%	20*
22	41	N	15*
33	40	увеличение на 15%	20*
46	40	N	25*
47	40	N	25*
51	40	N	27*
54	60	N	27*

Примечание: N- возрастная норма,
**- статистически значимо $p<0,05$.*

Как видно из таблицы, у большинства детей наблюдалось уменьшение показателей фракции выброса на 10 % - 54% и ударного объема крови на 8% - 60%, что является характерными признаками различных степеней ДКМП.

Данные ЧСС у большинства обследуемых оставались в пределах нормы, однако, наблюдаемое у трех детей в разной степени увеличение частоты сердечных сокращений (синусовая тахикардия), нередко встречающаяся у пациентов с ДКМП, является компенсаторной, обеспечивая достаточные значения УО даже при низкой фракции выброса.

Как и показатели ФВ данные церебральной оксиметрии были снижены в разной степени у всех обследованных пациентов с ДКМП. У четырех детей с наибольшим снижением фракции выброса на 46 % - 54% от нормы и снижением ударного объема на 40 % и 60% от нормы, отмечалось максимальное снижение данных rSO_2 на 25% и 27% соответственно.

Была выявлена умеренная прямая зависимость между церебральной оксигенацией и ударным объемом ($r=0,42$, $p=0,042$), церебральной оксигенацией и фракцией выброса ($r=0,61$, $p=0,038$), корреляции церебральной оксигенации с частотой сердечных сокращений выявлено не было.

Снижение показателей фракции выброса, ударного объема и церебральной оксигенации у детей с ДКМП представлена на рисунке 5.

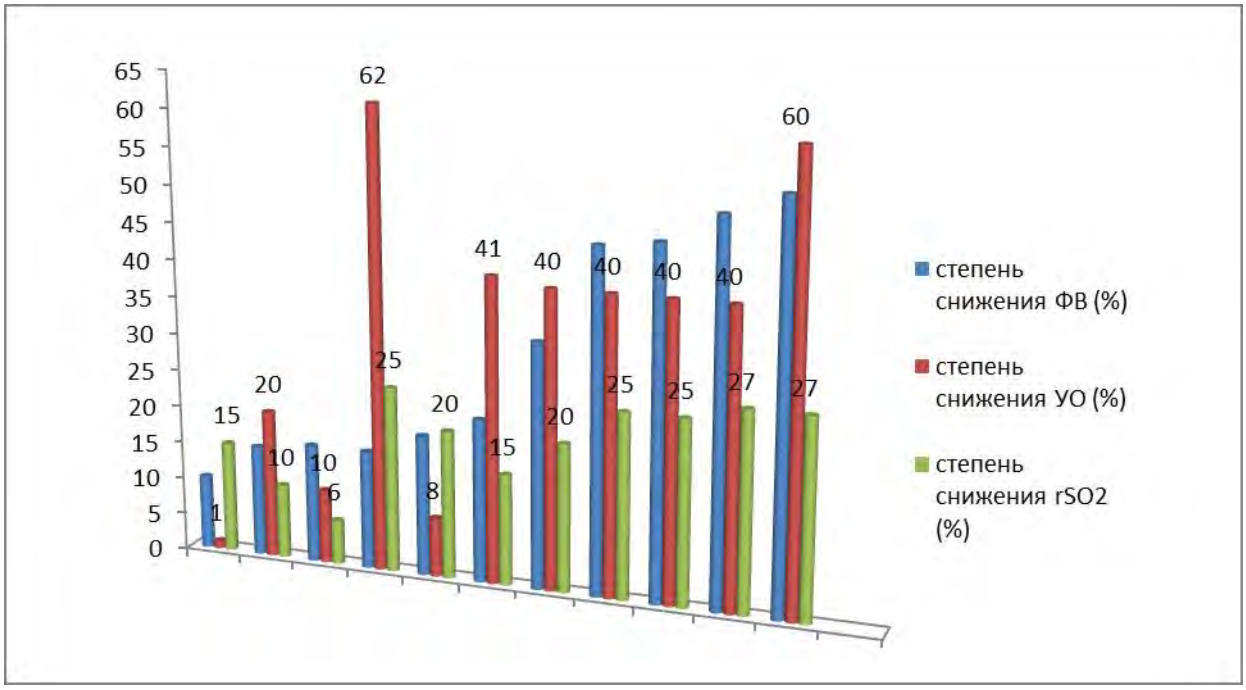


Рисунок 5. Снижение показателей фракции выброса, ударного объема и церебральной оксигенации у детей с ДКМП.

Таким образом, на втором этапе проведенного исследования, была выявлена достоверная зависимость между показателями церебральной оксигенации и данными фракции изгнания и ударного объема сердца. Снижение ЦО при относительной стабильности функциональных параметров сердечно-сосудистой системы (при сохраняющемся нормальном значении ударного объема и незначительном уменьшении фракции выброса) может свидетельствовать о развивающейся гипоксии головного мозга. Метод церебральной оксиметрии может быть рекомендован к включению в основной мониторинг витальных функций при планировании и проведении различных хирургических вмешательств у детей с кардиологической патологией и, в частности, пациентов с ДКМП.

3.3 Показатели церебральной оксиметрии на различных этапах хирургического вмешательства

Не смотря на то, что к настоящему времени проведено много исследований о влияние общих, как ингаляционных, так и внутривенных анестетиков на церебральную гемодинамику и метаболизм головного мозга, однако, большинство из них осуществлялись только на этапе индукции. Также, отсутствие данных о влиянии современного ингаляционного анестетика севофлуран в сочетании с комбинированной анестезией на церебральную гемодинамику при различных по длительности и травматичности оперативных вмешательствах послужило поводом для проведения третьего этапа исследования.

В интраоперационную группу были включены 50 детей с различной хирургической патологией в возрасте от 6 месяцев до 16 лет. Так как показатели церебральной оксиметрии не зависят от пола, разделение детей по гендерному признаку не проводилось.

Все пациенты на момент проведения оперативного вмешательства находились в удовлетворительном состоянии, не имели выраженных изменений гемодинамики и по исходному физическому статусу относились к I-II ASA.

Распределение детей по характеру хирургической патологии представлено в таблице 8.

Как видно из таблицы, пятнадцать человек были с патологией мочевой системы, из них трое с пузырно-мочеточниковым рефлюксом (ПМР), пятеро с мегауретером, семь пациентов наблюдались с диагнозом гидронефроз.
Проводились длительные операции продолжительностью 2,5-3 часа.

Таблица 8. Распределение больных по характеру хирургической патологии

Характер патологии	**Дети с урологической патологией: ПМР, мегауретер, гидронефроз**	**Дети с андрологической патологией: крипторхизм, фимоз, варикоцеле**	**Дети с ортопедической патологией: плосковальгусная деформация стоп, косолапость, доброкачественные опухоли костей**	**Всего**
Количество пациентов	15	15	20	50
Итого в %	30	30	40	100

У пятнадцати пациентов с андрологической патологией выполнялись кратковременные оперативные вмешательства на органах репродуктивной системы продолжительностью не более 1 часа. Семерым детям с крипторхизмом проводилось низведение яичка, шестерым детям с рубцовым фимозом выполнялась операция circumcisio и в 2 случаях причиной оперативного вмешательства послужило наличие у пациентов варикоцеле III-IV степени.

Из двадцати обследуемых больных с патологией опорно-двигательного аппарата 11 пациентов оперировались по поводу врожденной деформации стоп, трое были оперированы с диагнозом косолапость и 6 пациентов с различными доброкачественными опухолями костей. Из них с фибромами костей нижних конечностей наблюдались трое пациентов, верхних конечностей - двое пациентов и один ребенок оперировался по поводу энхондромы фаланги пальца ноги. Продолжительность операций данного профиля составляла от 1,5 до 2 часов.

Анестезиологическое пособие проводилось с применением наиболее используемого в современной анестезиологии ингаляционного анестетика севофлуран. Так как доказано, что раздражающее действие на дыхательные пути у севофлурана по сравнению с другими летучими ингаляционными

анестетиками выражено в гораздо меньшей степени, премедикация не проводилась. Для объективности оценки кислородного статуса головного мозга и определения его зависимости от параметров гемодинамики всем обследуемым пациентам проводились следующие методы исследования. Мониторинг церебральной оксиметрии осуществлялся с момента поступления ребенка в операционную и до окончания проведения анестезиологического пособия. Исходно показатели снимались до начала анестезиологического пособия, на 1-ой, 3-й, 5-ой и 8-ой минутах этапа индукции, на протяжении хирургической стадии и на 1-ой, 3-й, 5-ой и 8-ой минутах пробуждения, которое характеризовалось прекращением поступления севофлурана в контур наркозного аппарата, а у пациентов с эндотрахеальным наркозом восстановлением самостоятельного дыхания.

Всем обследуемым проводилась оценка параметров сердечно-сосудистой системы, включающая в себя ЭКГ-мониторинг, пульсовую оксиметрию, измерение ЧСС и среднего артериального давления.

Оценивался дыхательный объем, концентрация анестетика (севофлуран) в контуре, газовый анализ дыхательной смеси на вдохе и выдохе.

Моноанестезия севофлураном использовалась у всех пациентов, однако, на этапе индукции у 25 детей (50%) проводилась болюсная методика по следующему протоколу: перед наложением дыхательной маски на лицо ребенка, дыхательный контур наркозного аппарата предварительно заполнялся смесью кислорода (O_2) и севофлурана с концентрацией анестетика на вдохе=8 об% до получения аналогичного показателя на экране газового анализатора. Контактных пациентов старшего возраста при наложении маски просили сделать глубокий вдох с задержкой дыхания на 3-4 секунды, затем выдох и так 3-4 раза. Далее подача севофлурана снижалась до 3-6 об% на испарителе, достигая концентрации в выдыхаемой смеси 2,5 об% (равной 1,3 МАС) с подачей кислорода и воздуха в соотношении 1:1 и с поддержанием на этом уровне до наступления хирургической стадии.

У остальных 25 пациентов (50%) проводилась пошаговая индукция по стандартной методике: в контур наркозного аппарата подавался 100% кислород в объеме 2-8 л/мин. в зависимости от возраста ребенка, который дышал им в течение 2-3 минут через лицевую маску. Затем в состав газовой смеси добавлялся воздух в отношении с кислородом 1:1. Данной смесью ребенок насыщался в течение 2 минут, после чего подавался севофлуран-0,5 об% и после каждых 2-3 вдохов концентрация его повышалась на 0,5 об% с целевой концентрацией - 4 об% до наступления хирургической стадии наркоза.

Наступление хирургической стадии определялось совокупностью следующих критериев: исчезновение ресничного, роговичного и глоточного рефлексов, ровное дыхание, снижение мышечного тонуса, отсутствие реакции на боль.

В последующем, у всех детей производилась катетеризация периферической вены. Далее у пациентов с урологической патологией, которым планировалось длительное оперативное вмешательство, а также у пациентов с доброкачественными опухолями верхних конечностей, внутривенно вводился наркотический анальгетик (фентанил 0,005% в дозе 5 мкг/кг) и миорелаксант (рокурония бромид в дозе 0,6 мг/кг). После преоксигенации в течение 40 секунд, проводилась интубация трахеи с последующим переводом пациента на искусственную вентиляцию легких.

В большинстве случаев интубации были с первой попытки и проходили без особенностей, однако, у 2 детей отмечалась трудная интубация (со 2 и 3 попытки).

Искусственная вентиляция легких (ИВЛ) осуществлялась в режиме с контролем по объему. Параметры ИВЛ: частота дыхания (ЧД), соотношение вдох/выдох и дыхательный объем (ДО) рассчитывались в соответствии с массой тела пациента.

Поддержание анестезии проводилось севофлураном в сочетании с кислородом и воздухом (1:1) по методике LFA (Low flow), (MAC-1-1,5).

Миоплегия осуществлялась введением рокурония бромида (0,3 мг/кг) под контролем TOF- монитора, фентанил вводился каждые 30 минут, а также при подъеме АД на 15-20 % выше исходного. В течение анестезии осуществлялся мониторинг в соответствии со стандартами: ЭКГ, АДср., TOF, SpO_2, $ETCO_2$, rSO_2. Инфузионная терапия проводилась растворами электролитов с учетом физиологической часовой потребности в жидкости в зависимости от веса ребенка, предоперационного голодания и интраоперационных потерь.

После окончания операции с восстановлением самостоятельного адекватного дыхания все дети экстубировались и переводились в отделение реанимации в состоянии остаточной медикаментозной седации.

Пациенты с малыми хирургическими вмешательствами на репродуктивных органах находились на самостоятельном дыхание через лицевую маску с концентрацией анестетика на вдохе=2-3 об% в потоке газовой смеси O_2+воздух=1:1, МАС-1,3-1,5. Инфузионная терапия и интраоперационный мониторинг соответствовал группе детей, у которых проводились длительные оперативные вмешательства.

У пациентов с ортопедической патологией нижних конечностей после катетеризации периферической вены, устанавливалась инфузионная терапия, которая, как и в первой группе была представлена растворами электролитов и рассчитывалась так же. В дальнейшем проводилась комбинированная анестезия: ингаляция севофлурана в сочетании со спинальной анестезией. Надо отметить, что все пациенты данной группы были старше 3 лет, что связано с техническими особенностями выполнения спинальной анестезии и нейрофизиологией младшего детского возраста. При самостоятельном дыхании через маску дыхательного аппарата пациенту предавали положение на боку, после асептической обработки в области L4- L5 проводилась спинальная пункция по стандартной методике педиатрическими спинальными иглами, соответствующего возрасту размера (использовались иглы от 25 до 27 G). Анестезия осуществлялась введением местного анестетика бупивакаина 0,5%

(Маркаин Спинал) из расчета 0,25 мг/кг. После наложения асептической наклейки, пациенту придавали положение на спине и устанавливали уретральный катетер. Поддержание анестезии проводилось севофлураном в сочетании с воздухом (1:1) через лицевую маску с концентрацией анестетика на вдохе=1-1,5 об% (МАС-0,7-0,9). В течение оперативного вмешательства наряду с церебральной оксигенацией осуществлялся мониторинг в соответствии со стандартами: ЭКГ, АДср., SpO_2, $ETCO_2$, rSO_2.

После окончания хирургического вмешательства все дети обезболивались ненаркотическими анальгетиками (парацетамол или анальгин у детей до 1 года) в возрастных дозировках и переводились в отделение реанимации для дальнейшего наблюдения на самостоятельном адекватном дыхании в состоянии остаточной медикаментозной седации.

3.3.1 Характеристика особенностей периода индукции

На третьем этапе исследования при проведении оперативных вмешательств по поводу различной хирургической патологии, на протяжении всего периода индукции с применением болюсной методики данные церебральной оксиметрии статистически достоверно увеличивались к 5-ой минуте наблюдения, как с левого, так и с правого полушария, достигая своего максимума к 8 минуте, превышая исходные значения на 5%, что могло быть связано с проводимой преоксигенацией. Показатели не менялись в зависимости от полушария. При анализе ЧСС наблюдалось статистически значимое снижение данных на 5-ой минуте периода индукции, с максимальным снижением в 15% к 8-ой минуте. Среднее артериальное давление достоверно снижалось к третьей минуте исследования, достигая максимального снижения в 10% к 8-ой минуте наблюдения. Показатели SpO_2 на протяжении всего периода болюсной индукции не изменялись и составляли в среднем 99%, что отражено в таблице 9.

Таблица 9. Значения показателей гемодинамики и rSO_2 при болюсной индукции у пациентов с различной хирургической патологией, Me (25%;75%), n=25

Показатели	Этапы исследования				
	Исходн. значение	**1 мин**	**3 мин**	**5 мин**	**8 мин**
rSO_2 слева %	69,3 (64,8;77,6)	70,9 (62,4;78,2)	73,4 (65,5;77,1)	74,8** (65,9;81,8)	74,9** (66,6;82,1)
rSO_2 справа %	69,1 (63,9;77,0)	71,81 (65,1;76,3)	72,9 (66,6;78,9)	75,1*/** (63,6;80,0)	75,1** (68,4;81,3)
ЧСС уд/мин	100,4 (80,1;110,4)	98,2 (79,0;100,1)	97,8 (78,9;112,5)	90,5*/** (73,9;109,8)	84,8*/** (71,1;98,2)
АД ср. мм рт.ст.	62,3 (50,4;60,1)	60,1 (49,3;58,8)	56,9** (45,5;58,2)	55,3** (43,2;59,0)	56,4** (43,1;56,6)
SpO_2%	99,1 (98,5;99,8)	99,2 (98,7;99,8)	99,3 (99,0;99,8)	99,3 (99,1; 99,8)	99,2 (99,1; 99,7)

*Примечание: *- статистически значимое отличие от предыдущего этапа (p<0,05).*

*** - статистически значимое отличие от исходного значения (p<0,05).*

Динамика показателей церебральной оксиметрии с левого и правого полушария при болюсном методе индукции севофлураном представлена на рисунке 6.

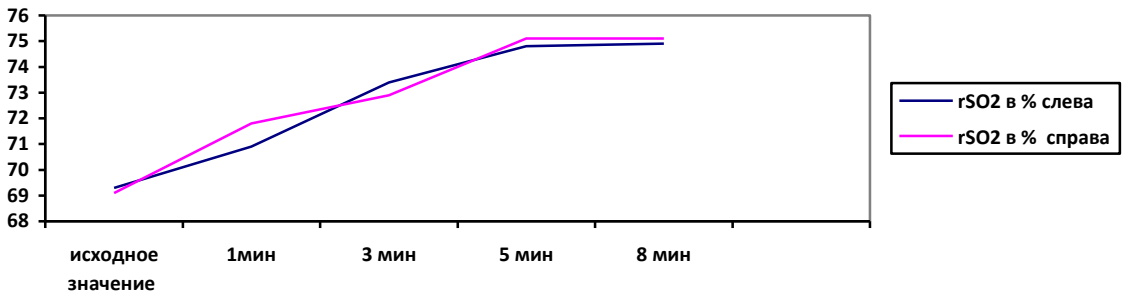


Рисунок 6. Динамика показателей церебральной оксиметрии с левого и правого полушария при болюсном методе индукции севофлураном.

В последующем проанализированы и представлены показатели общей гемодинамики, периферической сатурации и церебральной оксиметрии у пациентов при пошаговом методе индукции севофлураном, что отражено в таблице 10.

Таблица 10. Значения показателей гемодинамики и rSO_2 при пошаговой индукции у пациентов с различной хирургической патологией, Me (25%; 75%), n=25

Показатели	Этапы исследования				
	Исходн. значение	**1 мин**	**3 мин**	**5 мин**	**8 мин**
rSO_2 слева %	67,1 (64,8;69,6)	70,9 (61,4;72,2)	71,4 (65,5;80,1)	69,8 (62,9;78,8)	68,8 (65,6;84,1)
rSO_2 справа %	68,8 (60,9;70,0)	71,8 (65,1;72,3)	72,8 (66,6;88,9)	70,5 (63,6;80,0)	70,2 (68,4;83,3)
ЧСС уд/мин	99,2 (79,1;113,4)	98,4 (77,0;120,1)	98,0 (71,9;99,5)	92,2*/** (73,9;109,8)	90,9** (68,9;100,2)
АД ср. мм рт.ст.	59,8 (44,2;60,1)	59,1 (52,3;70,8)	58,9 (50,5;64,2)	57,7 (44,2;65,8)	53,1*/** (43,1;60,6)
SpO_2%	99,2 (98,7;99,4)	99,5 (99,0; 99.9)	99,5 (99,1;99,8)	99,1 (99,1;99,7)	99,4 (99,1;99,7)

*Примечание: *- статистически значимое отличие от предыдущего этапа ($p<0,05$).*

*** - статистически значимое отличие от исходного значения ($p<0,05$).*

Как видно из таблицы, статистически значимых изменений показателей показателей rSO_2 по сравнению с данными, полученными при применении болюсной методики, не отмечалось. Показатели также не имели межполушарного различия. Данные ЧСС достоверно постепенно снижались к 5-ой минуте, достигая максимума в 10% к 8-ой минуте данного этапа. Среднее артериальное давлением оставалось стабильным, достоверно снижаясь от исходного значения на 5% только к 8-ой минуте исследования. Также как и при болюсной методике, показатели SpO_2 не менялись и составляли 99%.

Динамика показателей церебральной оксиметрии с левого и правого полушария при пошаговом методе индукции севофлураном представлена на рисунке 7.

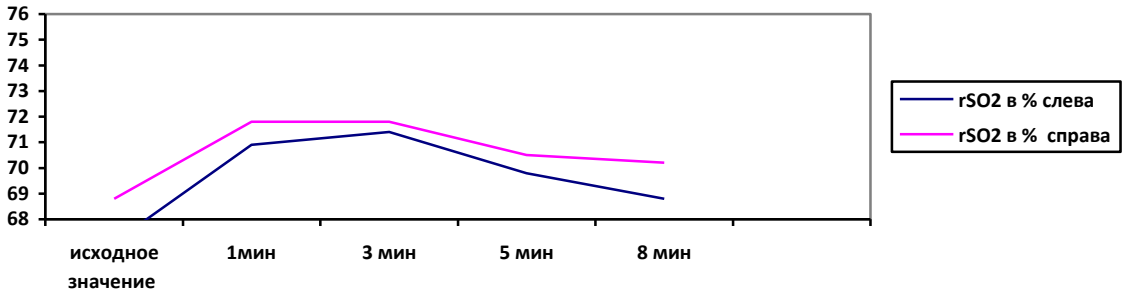


Рисунок 7. Динамика показателей церебральной оксиметрии с левого и правого полушария при пошаговом методе индукции севофлураном.

Таким образом, показатели церебральной оксиметрии достоверно увеличиваются на 5% к 5-8 минуте болюсной индукции, при пошаговой индукции данные ЦО не изменяются.

3.3.2 Характеристика показателей хирургической стадии и этапа пробуждения

Показатели системной гемодинамики и церебральной оксиметрии во время хирургической стадии измерялись через 10 минут, через 30 минут, через один и полтора часа от начала хирургического вмешательства. Все полученные результаты соответствовали этапности определенного оперативного вмешательства. У 17 пациентов, которым проводилось комбинированное анестезиологическое пособие (пациенты ортопедического профиля при операциях на нижних конечностях), показатели гемодинамики, периферической сатурации и церебральной оксиметрии не изменялись, либо имели статистически незначимые отклонения относительно исходных значений, что представлено в таблице 11. Данная стабильность всех параметров на

протяжении всего периода исследования была связана с использованием спинальной анестезии и качественным обезболиванием пациента.

Таблица 11. Значения показателей гемодинамики и rSO_2 у пациентов с использованием комбинированной анестезией, Me (25%;75%), n=17

Показа-тели	Этапы исследования				
	Исходн. значение	**10 мин**	**30 мин**	**60 мин**	**90 мин**
rSO_2 слева %	68,1 (64,8;69,6)	69,9 (61,4;72,2)	71,4 (64,8;80,1)	70,1 (62,9;78,8)	69,8 (64,6;84,1)
rSO_2 справа %	69,8 (60,9;72,0)	71,8 (65,1;72,3)	70,8 (66,6;88,9)	70,5 (63,6;80,0)	70,2 (68,4;83,3)
ЧСС уд/мин	95,2 (79,1;111,4)	94,4 (80,0;120,1)	96,0 (70,9;100,5)	95,2 (73,8;110,8)	92,9 (77,9;100,2)
АД ср. мм рт.ст.	59,8 (44,2;61,1)	59,1 (52,3;71,8)	58,9 (51,5;64,2)	57,7 (43,2;64,8)	57,1 (43,1;60,6)
SpO_2%	99,3 (98,7;99,4)	99,4 (99,0; 99.9)	99,5 (99,1;99,8)	99,4 (99,1;99,7)	99,4 (99,1;99,7)

У 12 пациентов с урологической патологией, при длительных оперативных вмешательствах, требующих миорелаксации и ИВЛ, при проведении интубация трахеи наблюдалось достоверное снижение показателей церебральной сатурации в среднем на 2-3% ($p<0,05$) от предыдущих значений, показатели составили в среднем 78,9 (76,8;80,1), n=12. Несмотря на гипоксию, характерную для данной манипуляции, показатели оставались высокими, что было связано с преоксигенацией.

Интерес представляют два клинических примера трудной интубации. В первом примере с 3-й попытки, что было связано с аномально высоким расположением голосовой щели и во втором - с 4-й попытки в связи с трудностью в разгибании шейного отдела позвоночника. В обоих случаях при незначительных изменениях гемодинамических параметров и стабильных данных периферической сатурации отмечались изменения церебральной оксигенации. В первом случае показатели оксигенации головного мозга

снижались на 10% в среднем с правого и левого полушария, а у второго пациента на 15% от исходных значений (показатели до начала интубации), что было связано с реакцией церебральных сосудов на болевой раздражитель. Показатели церебральной оксигенации снижались до исходных значений после принудительной вентиляции кислородом.

Динамика показателей ЧСС, АДср., пульсоксиметрии и церебральной оксигенации в двух случаях трудной интубации представлены в таблицах 12 и 13.

Таблица 12. Данных гемодинамики, пульсоксиметрии и церебральной оксиметрии в случае трудной интубации в примере 1

Этапы / **Показатели**	**Исходное значение**	**Через 30 сек.**	**Через 1 мин**	**Через 2 мин**
ЧСС/мин.	95	103	103	99
АД ср. мм рт.ст.	58	57	56	56
SpO_2 %	99	98	98	98
rSO_2 %	75	72	68	65

Таблица 13. Данных гемодинамики, пульсоксиметрии и церебральной оксиметрии в случае трудной интубации в примере 2

Этапы / **Показатели**	**Исходное значение**	**Через 30 сек.**	**Через 1 мин**	**Через 2 мин**	**Через 3 мин**
ЧСС /мин	75	74	75	76	76
АД ср. мм рт.ст.	64	67	67	62	62
SpO_2 %	100	100	99	99	97
rSO_2 %	80	79	77	70	66

В дальнейшем при анализе этапов оперативных вмешательств было установлено, что у двух пациентов с варикоцеле, которым выполнялась операция Иванисевича, при выделении Vv. Testicularis и последующем ее пересечении, отмечалось влияние болевого фактора на общую гемодинамику и церебральную оксиметрию. У пятерых детей с различными формами крипторхизма, которым выполнялась операция орхопексии по Петривальскому на этапе мобилизации семенного канатика также отмечался гипердинамический ответ. У одного из пациентов, оперированного по поводу пузырно-мочеточникового рефлюкса по методике Политано-Лиадбеттера, при выделении дистального отдела мочеточника с выраженным спаечным процессом и с нетипичным расположением устьев также наблюдалось влияние ноцицептивного фактора. У двоих детей с гидронефрозом, которым выполнялась пластика лоханочно-мочеточникового сегмента по методике Хайнес-Андерсена, во время работы на почечной ножке также было зафиксировано увеличение параметров общей гемодинамики. Во время оперативного вмешательства на верхних конечностях по поводу доброкачественных новообразований у двоих пациентов отмечалось изменение показателей центральной гемодинамики во время работы на надкостнице, при удалении патологической ткани, резекции кости и комбинированной аллопластики губчатыми и кортикальными имплантатами «Остеоматрикс». Гипердинамический ответ сердечно-сосудистой системы на болевой раздражитель характеризовался возрастанием ЧСС в среднем на 10-15%, что показано на рисунке 8 и артериального давления на 15-20%, что отабражено на рисунке 9. Наблюдалось и увеличение показателей ЦО на 10-11% от предыдущего значения (79,2 (77,3;85,6), n=12, $p<0,05$), причем, это повышение констатировалось раньше (31 мин.) по сравнению с возрастанием параметров общей гемодинамики (33-34 мин.), что могло быть связано с расширением сосудов и увеличением местного кровенаполнения в ответ на повышение активности нейронов под действием ноцицептивного раздражителя. После

введения соответствующей возрасту дозы фентанила (34 мин.) в течение 1-2 минут гемодинамические параметры и показателей rSO_2 приходили к исходному уровню. Показатели данных rSO_2 на протяжении всего наблюдения не менялись и составляли 99%, что показано на рисунке 10.

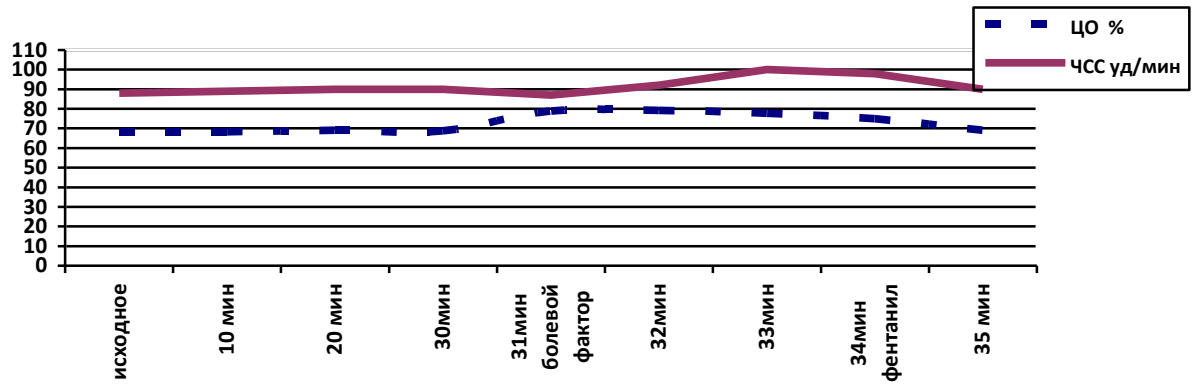


Рисунок 8. Динамика показателей rSO_2 и частоты сердечных сокращений под влиянием болевого раздражителя.

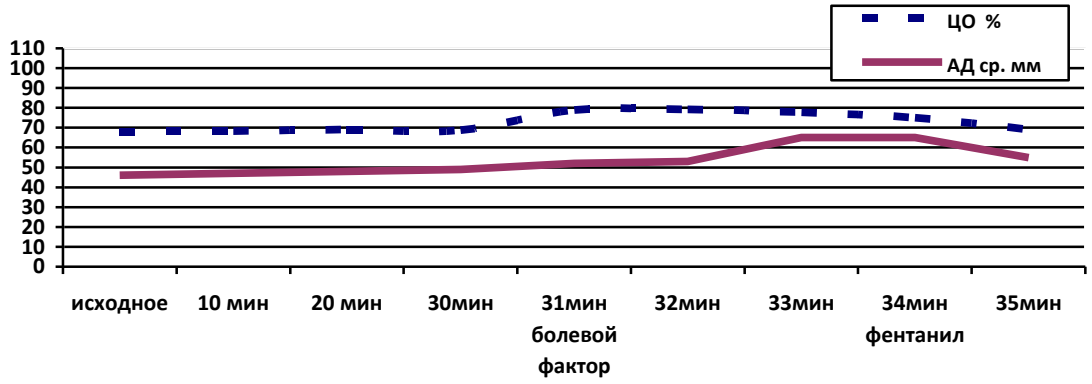


Рисунок 9. Динамика показателей rSO_2 и среднего артериального давления под влиянием болевого раздражителя.

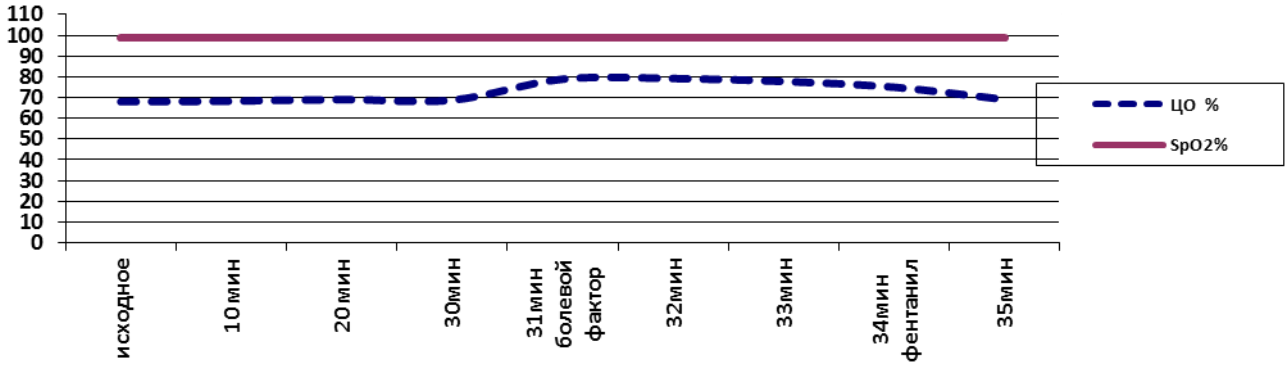


Рисунок 10. Динамика показателей rSO2 и SpO2 под влиянием болевого раздражителя.

Результаты, полученные на данном этапе, сопоставлялись с данными других исследователей (Щукин В.В., 2005).

Этап пробуждения начинался после прекращения поступления севофлурана в контур наркозного аппарата и продолжался до восстановления адекватного самостоятельного дыхания у пациентов с эндотрахеальным наркозом, что в среднем происходило к 5-6 минуте или возвращение в сознание детей (5-8 минута), анестезиологическое пособие которых не требовало интубации трахеи. На этапе пробуждения показатели церебральной оксиметрии не имели статистически значимых изменений, как с правого, так и с левого полушария. Отмечалось достоверное увеличение ЧСС на 10%, а АД ср. на 5% к 8-ой минуте данного этапа, показатели периферической сатурации не изменялись на протяжении всего периода пробуждения. Значения показателей гемодинамики, пульсоксиметрии и rSO_2 на этапе пробуждения отражены в таблице 14.

Таблица 14. Значения показателей гемодинамики, пульсоксиметрии и rSO_2 у пациентов с различной хирургической патологией на этапе пробуждения, Me(25%;75%), n=50

Показатели	Этапы исследования				
	Исходн. значение	**1 мин**	**3 мин**	**5 мин**	**8 мин**
rSO_2 слева %	69,4 (64,8;69,6)	70,9 (61,4;72,2)	71,4 (65,5;80,1)	69,0 (62,9;78,8)	68,8 (65,6;84,1)
rSO_2 справа %	68,1 (60,9;70,0)	71,8 (65,1;72,3)	72,1 (66,6;69,9)	70,5 (63,6;81,0)	70,1 (68,4;84,3)
ЧСС уд/мин	87,5 (77,1;99,4)	88,4 (77,0;111,1)	90,0 (80,9;121,5)	95,6*/** (78,9;119,8)	96,1** (81,9;124,2)
АД ср. мм рт.ст.	54,8 (44,2;60,1)	55,1 (52,3;70,8)	55,9 (50,5;67,2)	61,3*/** (42,2;78,0)	60,9** (45,1;81,6)
SpO_2%	99,8 (98,7;99,7)	99,7 (99,4; 99.9)	99,8 (99,4; 99,8)	99,7 (99,2;99,9)	99,4 (99,2;99,7)

*Примечание: *- статистически значимое отличие от предыдущего этапа ($p<0,05$)*

*** - статистически значимое отличие от исходного значения ($p<0,05$)*

Таким образом, проведенный анализ оперативных вмешательств у детей с различной хирургической патологией с использовнием ингаляционного анестетика севофлуран показал, что церебральная гемодинамика первой реагирует на ноцицептивный раздражитель во время болевых этапов операции. Мониторинг ЦО позволяет своевременно скоррегировать анестезиологическое пособие до наступления гемодинамических расстройств. При опреациях на нижних конечностях эффективна комбинированная анестезия, при которой изменения показатилей как общей гемодинамики, так и церебральной оксиметрии в ответ на операционную травму не отмечалось.

Метод церебральной оксиметрии является более информативным по сравнению с пульсоксиметрией в диагностике гипоксичеких состояний, возникающих в интраоперационном периоде.

3.4. Место церебральной оксимертрии в интенсивной терапии и реанимации

Для определения информативности и значимости метода церебральной оксиметрии, а также определения необходимости включения его в мониторинг при ведении пациентов в послеоперационном периоде и в интенсивной терапии, на заключительном этапе работы были обследованы 30 детей в возрасте от 6 месяцев до 17 лет. Из них 26 наблюдались после различных плановых оперативных вмешательств, охарактеризованных на третьем этапе исследования.

Состояние детей расценивалось как средней тяжести, самочувствие - удовлетворительное. Все дети находились в состоянии остаточной медикаментозной седации на самостоятельном адекватном дыхании воздухом и составили послеоперационную группу.

Церебральная оксигенация измерялась непосредственно после поступления пациента из операционного блока, что характеризовало исходное значение и на протяжении 30 минут. В связи с тем, что данные церебральной оксиметрии не зависят от пола, разделение детей по гендерному признаку не проводилось. Параллельно регистрировались показатели гемодинамики: ЧСС, АДср. и пульсоксиметрии. Производился забор капиллярной крови, а также у 10 пациентов венозной крови из центрального сосуда для анализа кислотно-основного состояния (КОС).

Четырем пациентам исследование проводилось длительно в течение 8 суток, в том числе и во время оказания реанимационных мероприятий, параллельно всем детям производились заборы и анализ капиллярной крови и крови из центрального сосуда, а также постоянный контроль параметров гемодинамики.

При анализе результатов у детей после плановых хирургических вмешательств полученные значения были усредненными, и не относились к какому либо конкретному возрастному периоду, так как возраст обследованных пациентов и, соответственно оцениваемые показатели, имели значительный разброс. Значения показателей гемодинамики и данных rSO_2 у детей в послеоперационном периоде представлены в таблице 15.

Таблица 15. Значения показателей гемодинамики и rSO_2 у детей в послеоперационном периоде, Me (25%;75%), n=26

Показатели	Этапы исследования				
	исходн. значение	**5 мин**	**10 мин**	**20 мин**	**30 мин**
rSO_2 слева %	68,1 (64,8;72,6)	70,2 (65,4;74,8)	71,4 (65,5;78,1)	69,8 (64,9;78,8)	69,8 (65,6;77,1)
rSO_2 справа %	68,8 (62,9;74,0)	71,3 (65,1;74,3)	70,3 (63,6;78,9)	70,5 (63,6;80,0)	70,9 (64,4;79,3)
ЧСС уд/мин	92,2 (79,1;113,4)	92,8 (77,0;120,1)	99,8*/** (88,9;111,5)	103,2** (87,9;109,8)	106,3** (88,9;115.2)
АД ср. мм рт.ст.	63,8 (49,2;67,1)	65,1 (52,3;70,8)	74,9*/** (62,5;80,2)	75,1** (65,2;79,0)	75,2** (64,1;81,6)
SpO_2%	99,1 (98,7;99,4)	99,0 (98,4; 99.9)	99,5 (99,1; 99,8)	99,0 (98,2;99,7)	99,4 (99,1;99,7)

*Примечание: *- статистически значимое отличие от предыдущего этапа (p< 0,05)*

*** - статистически значимое отличие от исходного значения (p< 0,05)*

Как видно из таблицы, при оценке динамики показатели rSO_2 не имели статистически значимых отклонений от исходных значений и межэтапных различий.

За время наблюдения отмечалось достоверное повышение к 30 минуте частоты сердечных сокращений на 15% и АДср. в среднем на 10% от исходных значений, что было связано с постепенным пробуждением пациента.

Примечательно, что увеличение значений частоты сердечных сокращений и артериального давления наблюдалось, в основном, у пациентов младшей возрастной группы (до 6 лет) и было, по-видимому, связано с пробуждением и послеоперационным болевым синдромом, а также эмоциональным беспокойством детей, обусловленным пребыванием в отделении интенсивной терапии. Данное состояние купировалось введением дополнительного обезболивающего препарата и у 2 пациентов внутривенной седацией, после чего показатели общей гемодинамики возвращались к исходным значениям в течение первых 1,5-2 минут.

Показатели пульсоксиметрии у всех пациентов после плановых операций на протяжении всего времени исследования статистически достоверно не менялись и составляли 99%.

У двух пациентов отмечалось снижение ЧСС на 13% и 16%, а АДср. на 8% и 10% соответственно, что было связано с глубоким послеоперационным медикаментозным сном, в котором пребывали эти пациенты. Показатели приходили в возрастную норму с их пробуждением.

Анализ результатов лабораторных исследований показал, что у большинства детей после оперативных вмешательств имеется статистически достоверное снижение pH ($p<0,05$). У 80% (n=20) обследуемых детей данный показатель в среднем составлял-7,28-7,32. У 20% (n=5) pH находился в пределах 7,35-7,45.

Показатели pO_2 и pCO_2 у большинства пациентов как в артериальной, так и в венозной крови имели статистически незначимые отклонения от нормальных показателей их значения были следующими: в капиллярной крови p_aO_2=90,2 (88,4;92,7) мм рт.ст.,(n=23); p_aCO_2=43,0 (39,2;45,5) мм рт.ст., (n=23); в венозной крови p_vO_2=38,1 (32,0;43,2) мм рт.ст.,(n=10), p_vCO_2=50,6 (45,8;56,4) мм рт.ст.,(n=10). У троих детей в послеоперационном периоде отмечались гипероксия и гипокапния после операций, сопровождающихся интубацией

трахеи и ИВЛ, что могло быть связано с гипервентиляцией в интраоперационном периоде.

Таким образом, при наблюдении детей после плановых оперативных вмешательств, состояние которых расценивалось как стабильное, отклонений в данных церебральной оксигенации не отмечалось, что свидетельствует об отсутствии важности и информативности применения метода церебральной оксиметрии у пациентов данной группы в послеоперационном периоде.

В последующем, приведены четыре клинических примера, в которых отражена важность включения метода церебральной оксиметрии в обязательный мониторинг пациентов отделения реанимации и интенсивной терапии, состояние которых расценивается как критическое. Трое из них не имели хирургической патологии. В первом случае кислородный статус головного мозга определялась у девочки с диагнозом сальмонеллез, инфекционно - токсический шок, набухание головного мозга, кома III. Вторая пациентка была с диагнозом юношеский артрит с системным началом, степень активности-3, сепсис, инфекционно-токсический шок, вклинение ствола головного мозга, кома III. Третий пациент наблюдался с диагнозом ДКМП, аспирационная пневмония. Четвертая девочка находилась в отделении интенсивной терапии после очередного оперативного вмешательства по поводу врожденного порока развития толстой кишки. Измерение показателей церебральной оксигенации проводилось однократно в день, на протяжении восьми суток, в том числе у первой пациентке во время асистолии и оказания реанимационных мероприятий. Параллельно измерялись параметры гемодинамики (ЧСС, АДс., АДд., АДср., SpO_2), производился забор и анализ капиллярной крови.

Пример 1.

Девочка С. Истории болезни № 8964, 5 лет.

Переведена в отделение реанимации и интенсивной терапии ФГБНУ НЦЗД из приемно-диагностического отделения с клиникой отека мозга на фоне бактериальной инфекции. После полного обследования пациентке выставлен диагноз: инфекционно-токсическая энцефалопатия, отек, набухание головного мозга, кома II-III.

Пациентка получала симптоматическую терапию, осуществлялась искусственная вентиляции легких в режиме нормовентиляции (режим BILEVEL), дыхательный объем подбирался из расчета 6-8 мл/кг, а минутный дыхательный объем определялся динамикой газового состава крови. Концентрация кислорода в подаваемой смеси составляла от 40 до 50%.

Показатели церебральной оксигенации измерялись один раз в день на протяжении восьми суток с левого и правого полушария, параллельно оценивались данные пульсоксиметрии, газовый состав капиллярной крови (pO_2, pCO_2, pH), а также показатели гемодинамики (АД с., АД д., АД ср., ЧСС). В таблице 16 представлены показатели в каждый из 8 дней исследования.

Сравнительная характеристика данных церебральной оксигенации, частоты сердечных сокращений, пульсоксиметрии и напряжения кислорода в периферической крови в разные дни представлена на рисунке 11.

Как видно из таблицы и рисунка частота сердечных сокращений на протяжении всех 8 дней исследования оставалась стабильной относительно возрастных норм. Не наблюдалось выраженной бради- или тахикардии. При оценке артериального давления (систолического, диастолического, среднего) также отмечалась стабильность данных, кроме четвертых суток, где наблюдалось его наибольшее снижение. Частота дыхания определялась показателями газов крови и составляла от 17 до 26 в минуту. Гипервентиляция отмечалась на 6 и 7 сутки. Периферическая сатурация на всех этапах исследования была стабильной и составляла 99-100%.

Таблица 16. Показатели гемодинамики, rSO_2 и КОС у пациентки в примере 1

Параметы / Сутки	ЧСС/ мин	АД (с.,д.,ср.) мм рт.ст.	ЧД/ мин	rSO_2 L %	rSO_2 R %	pH	pO_2 мм рт.ст	pCO_2 мм рт.ст	SpO_2 %	FiO_2 %
1	87	90/58(71)	17	25	28	7,4	171	33,7	100	40
2	75	84/44(57)	17	26	28	7,26	179	45,0	100	40
3	83	89/39(56)	17	24	24	7,37	144	52,5	100	40
4	78	66/32(43)	17	32	29	7,45	95,4	37,7	100	40
5	80	90/60(70)	17	18	23	7,49	54,5	32,8	100	50
6	96	95/70(78)	26	38	42	7,54	110	14,5	100	50
7	105	100/70(80)	24	60	65	7,36	18,8	50,0	99	100
8	100	100/60(73)	20	54	57	7,17	94,5	51,2	99	45

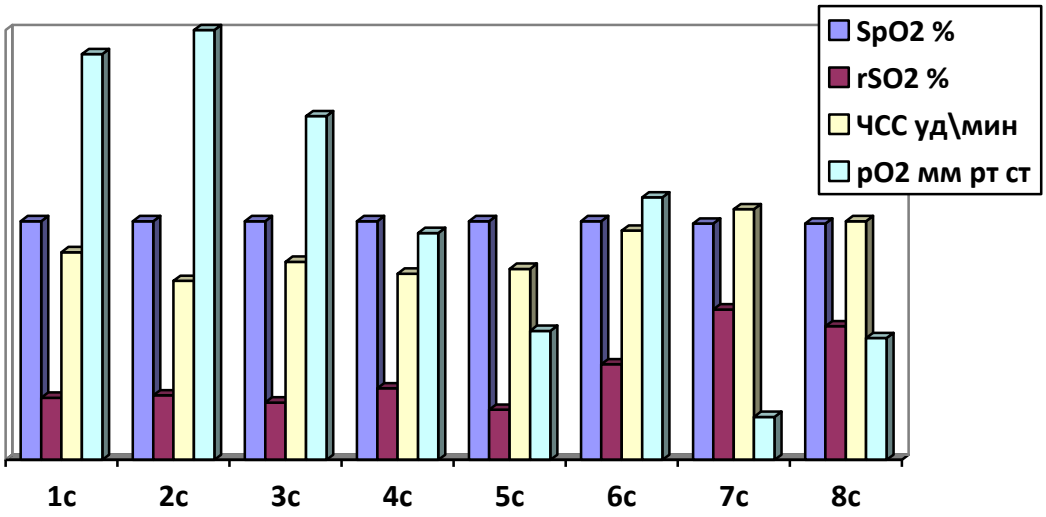


Рисунок 11. Сравнительная характеристика SpO_2 , rSO_2, ЧСС и pO_2 у пациентки в примере 1.

При анализе показателей rSO_2 на протяжении всего времени исследования фиксировалось значительное снижение данных относительно возрастных норм как с левого, так и с правого полушария. Степень снижения rSO_2 с левого и

правого полушария в течение 8 суток снятия показателей отражена на рисунке 12.

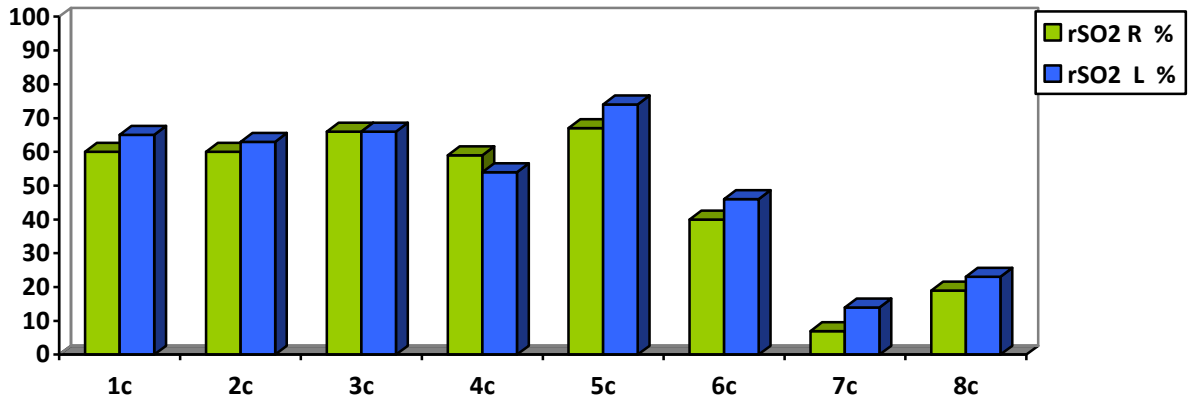


Рисунок 12. Степень снижения показателя rSO_2 в примере 1.

Как видно из рисунка, на протяжении всего времени исследования наибольшее снижение церебральной оксигенации наблюдалось в 1-5 сутки и составляло на 50 - 75% от возрастной нормы, причем степень снижения справа и слева не имела большого разброса относительно друг друга.

Таким образом, из представленного клинического примера видно, что при относительно стабильных показателях общей гемодинамики, стабильно высоких данных периферической сатурации и скомпенсированных результатах лабораторно- инструментальных исследований наблюдалось выраженное снижение церебральной оксигенации.

Далее проанализирована динамика показателей церебральной оксиметрии в случае остановки сердечной деятельности и во время проведения сердечно-легочной реанимации (СЛР) у данной пациентки. Декомпенсация основного состояния наступила по причине метаболического дисбаланса на фоне полиорганной недостаточности.

За некоторое время (3-5 минут) до асистолии отмечалось выраженное снижение показателей rSO_2 в обоих полушариях в среднем на 30 % от исходной

величины. Средний показатели rSO_2 с двух полушарий составлял 50%. Перед асистолией средние показатель rSO_2 составил 36%, причем параметры общей гемодинамики и периферической сатурации оставались относительно стабильными и на кардиомониторе регистрировался предсердный ритм. Показатели гемодинамики были следующими: ЧСС -67-72/мин, АДср.-34-45 мм рт.ст., SpO_2-97%.

Во время асистолии до начала реанимационных действий данные ЦО существенно не изменялись, однако, отмечалась резкая депрессия показателей общей гемодинамики и пульсоксиметрии, что характерно для данного перода.

При проведении сердечно-легочной реанимации наблюдался подъем показателей церебральной оксигенации относительно предыдущего этапа, они составили в среднем слева и справа 40-42% и оставались на этом уровне, их колебания были незначительными (1-2%) в течение всего периода СЛР до восстановления нормального ритма.

В течение последующих 30-40 минут после стабилизации сердечной деятельности отмечалось увеличение показателей церебральной оксигенации до 65%.

Таким образом, из данного примера видно, что первой на гипоксию реагирует церебральная гемодинамика, что необходимо учитывать при наблюдении тяжелых пациентов и проведении реанимационных мероприятий.

Результаты, полученные на данном этапе, сопоставлялись с данными других исследователей (Кокшин Д.В., 2002).

Пример 2.

Девочка Ш. История болезни № 6729, 10 лет.

Поступила в отделение реанимации и интенсивной терапии с диагнозом: юношеский артрит с системным началом. Состояние ребенка резко ухудшилось с развитием гемафагоцитарного синдрома на фоне острой кишечной инфекции. С нарастанием признаков дыхательной недостаточности девочка была переведена на ИВЛ в режиме SIMV с тенденцией к гипервентиляции (FiO_2=30-

50%), дыхательный объем рассчитывался 6-8 мл/кг, также проводилась симптоматическая терапия и плановая терапия основного заболевания. С нарастанием неврологической симптоматики после полного лабораторно-инструментального обследования установлен диагноз: сепсис, отек мозга, вклинение ствола головного мозга, кома III.

Так же как и в первом примере, показатели церебральной оксигенации снимались в течение 8 суток один раз в день с левого и правого полушария, параллельно оценивались периферическая сатурация, газовый состав периферической крови (pO_2, pCO_2, pH), а также показатели гемодинамики (АДс., д., ср. и ЧСС). Полученные результаты представлены в таблице 17.

Далее, как и в примере 1, проводилась сравнительная характеристика данных церебральной оксигенации, частоты сердечных сокращений, пульсоксиметрии и напряжения кислорода в периферической крови в разные дни проводимого исследования, что представлено на рисунке 13.

Таблица 17. Показатели гемодинамики, rSO_2 и КОС у пациентки в примере 2

Пара-метры / **Сутки**	**ЧСС/ мин**	**АД (с.,д.,ср.)м м рт.ст.**	**ЧД/ мин**	**rSO_2 L%**	**rSO_2 R%**	**pH**	**pO_2м м рт.ст.**	**pCO_2 ммрт .ст.**	**SpO_2 %**	**FiO_2 %**
1	86	111/55(74)	23	67	70	7,33	70	47,0	100	35
2	92	96/48(64)	23	60	64	7,42	91	40,7	100	30
3	99	84/37(53)	28	59	63	7,36	93	39,5	100	30
4	85	107/74(85)	22	71	69	7,37	90	36,0	100	30
5	84	92/41(59)	25	67	66	7,36	104	31,6	100	30
6	110	95/42(60)	28	55	59	7,48	114	29,2	100	30
7	99	115/70(85)	29	51	55	7,53	71,1	26,4	100	25
8	83	95/60(72)	28	54	58	7,49	84,4	31,4	97	25

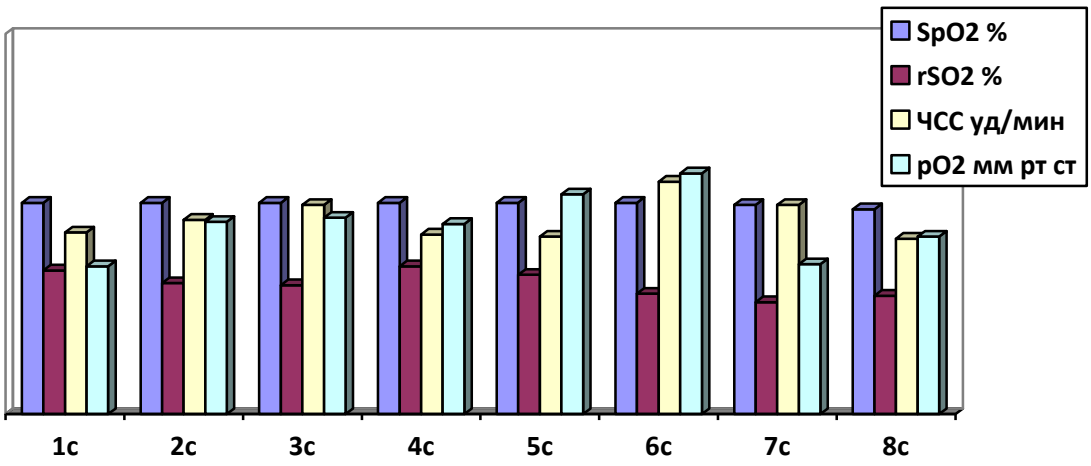


Рисунок 13. Сравнительная характеристика SpO_2, rSO_2, ЧСС и pO_2 у пациентки в примере 2.

Как видно из таблицы 17 и рисунка 13 частота сердечных сокращений на протяжении всех дней исследования оставалась стабильной относительно возрастной нормы, кроме 6 суток, где отмечалась склонность к тахикардии. При оценке артериального давления наблюдалась нестабильность показателей, однако критических отклонений не было. Частота дыхания определялась показателями газового анализа крови, с тенденцией к гипервентиляции и составляла от 23 до 29 в минуту. Данные пульсоксиметрии на всех этапах исследования были стабильными и составляли 100%, кроме 8 суток, где показатель составил-97%. В показателях КОС наблюдалось небольшие снижение pCO_2 на 6-8 сутки, что могло быть связано с гипервентиляцией.

При анализе rSO_2 на протяжении всего времени исследования фиксировалось снижение данных относительно возрастной нормы от 5 до 30% как с левого, так и с правого полушария, однако гораздо в меньшей степени по сравнению с показателями в примере 1.

На рисунке 14 представлена динамика степени снижения показателей церебральной оксигенации с правого и левого полушария в течение восьми суток.

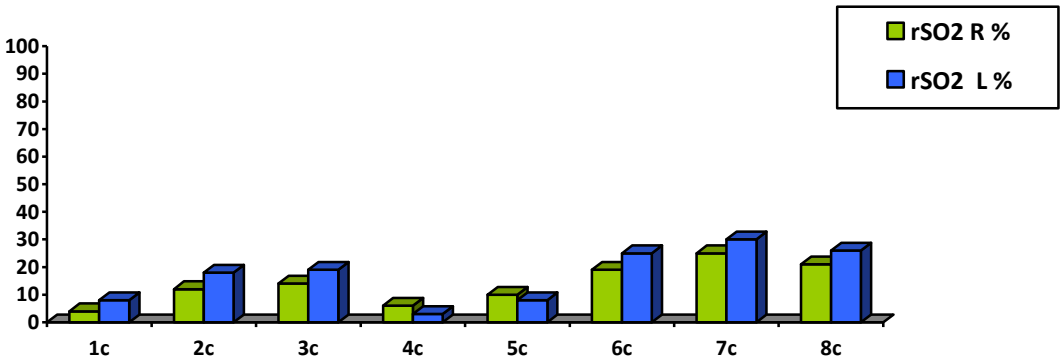


Рисунок 14. Степень снижения показателя rSO_2 в примере 2.

Как видно из рисунка, на протяжении всего времени исследования наибольшее снижение показателей церебральной оксигенации на 20 - 30% от возрастной нормы наблюдалось на 6-8 сутки исследования, причем степень снижения с правого и с левого полушария не имела выраженного разброса относительно друг друга. Также как и в примере 1 при относительной стабильности общей гемодинамики, скомпенсированных данных КОС и нормальных показателях пульсоксиметрии наблюдалось выраженное снижение церебральной оксигенации.

Пример 3.

Мальчик Ч. История болезни № 9017, 13 лет.

Наблюдался с диагнозом дилатационная кардиомиопатия как исход миоперикардита. Недостаточность митрального и трикуспидального клапанов. Легочная гипертензия. Нарушение ритма сердца и проводимости: желудочковая аритмия V градации, неполная блокада левой ножки пучка Гиса, неполная блокада правой ножки пучка Гиса, удлинение интервала QT. Ребенок доставлен в отделение реанимации и интенсивной терапии в состоянии клинической смерти, после комплекса сердечно-легочной реанимации состояние крайне тяжелое, обусловлено полиорганной недостаточностью,

нестабильностью сердечного ритма. В связи с чем, по жизненным показаниям под ЭХО-КГ контролем в полость правого желудочка имплантирован временный биполярный электрокардиостимулятор, навязан желудочковый ритм с частотой 100 ударов в минуту. Уровень сознания кома III. Проводилась ИВЛ в режиме IPPV: FiO_2=45-50%, нормовентиляция, а также инотропная поддержка (инфузиия адреналина и дофамина) и симптоматическая терапия.

Показатели церебральной оксиметрии измерялись с левого и правого полушария, параллельно оценивались данные SpO_2, газового состава периферической крови (pO_2, pCO_2, pH), а также показатели общей гемодинамики (АДс., д., ср.,ЧСС). Полученные результаты представлены в таблице 18 и на рисунке 15.

Так же как в 1 и 2-ом примере, не смотря на тяжесть состояния, у мальчика наблюдалась относительная стабильность в показателях частоты сердечных сокращений и артериального давления, которые контролировались кардиостимулятором и обеспечивались инотропной поддержкой. Частота дыхания, как и в предыдущих примерах, задавалась в зависимости от показателей газов крови, гипервентиляция отмечалась на 6 и 7 сутки исследования. Показатели пульсоксиметрии оставались стабильными и составляли 98-100%. При анализе данных КОС, на 6-8 сутки наблюдалось снижение pCO_2, а на 7-8 сутки снижение напряжения O_2 крови и повышение pH.

Следует сказать, что на 7-8 сутки иследования регистрировалось и максимальное снижение церебральной оксигенации.

Таблица 18. Показатели гемодинамики, rSO_2 и КОС у пациента в примере 3

Пара-метры / Сутки	ЧСС/ мин	АД (с.,д.,р.)мм рт. ст.	ЧД/ мин	rSO_2 L%	rSO_2R %	pH	pO2мм рт.ст.	pCO2 мм рт.ст.	SpO_2%	FiO_2 %
1	87	79/58(65)	19	38	41	7,47	111	36,5	100	45
2	84	96/48(64)	20	54	51	7,45	95,4	37,7	100	50
3	99	84/37(53)	20	51	53	7,36	93	39,5	100	50
4	100	89/58(68)	19	42	60	7,37	90	36,0	99	60
5	84	91/53(66)	23	50	48	7,36	104	31,6	100	60
6	110	95/42(60)	30	58	54	7,48	114	29,2	100	60
7	99	115/70(85)	25	30	35	7,50	71,1	26,4	100	87
8	83	95/60(72)	20	31	28	7,49	84,4	31,4	98	60

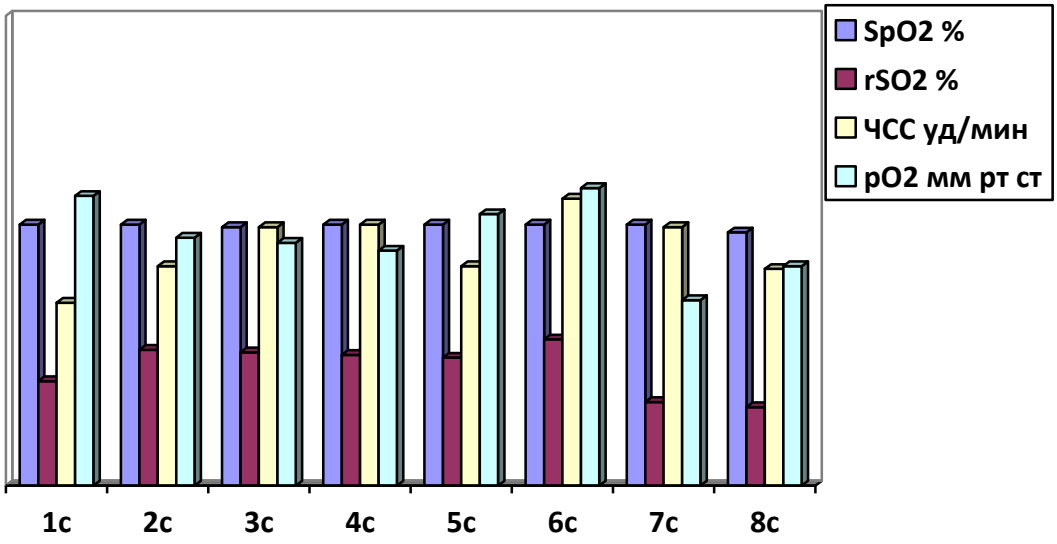


Рисунок 15. Сравнительная характеристика SpO_2, rSO_2, ЧСС и pO_2 у пациента в примере 3.

Динамика снижения оксигенации головного мозга в зависимости от суток исследования представлена на рисунке 16.

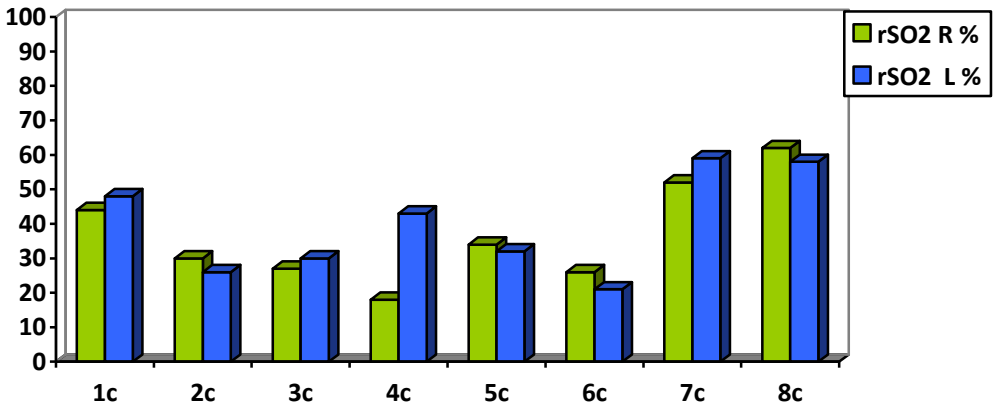


Рисунок 16. Степень снижения показателя rSO_2 в примере 3.

Как видно из рисунка, на протяжении всех дней исследования наибольшее снижение церебральной оксигенации на 50-60% от возрастной нормы наблюдалось в 1, 7 и 8 сутки, причем степень снижения справа и слева не имела большого разброса относительно друг друга, за исключением 4 дня, где rSO_2 с левого полушария уменьшалась на 40%, а с правого на 60%.

Пример 4.

Девочка Г. История болезни № 1871, 17 лет.

Наблюдалась с диагнозом: порок развития мышечной оболочки толстой кишки с отсутствием нервных сплетений, врожденный мегаректум, эрозивный колит. Состояние после множественных операций на кишечнике (промежностная проктопластика по Свенсону, трансанальная резекция ректосигмоидного отдела, трансанальная ревизия зоны анастомоза, устранение промежностной колостомы, формирование трансверзостомы, выведение илеостомы, дренирование брюшной полости). Поступила в отделение реанимации и интенсивной терапии после очередного оперативного вмешательства по поводу резекции ректосигмоидного отдела, осложненного перитонитом, синдром холестаза, холестатическим гепатитом. Состояние ребенка расценивалось как тяжелое в связи с объёмом и тяжестью

перенесенной операции. Девочка находилась на ИВЛ в режиме гипервентиляции, на полном парентеральном питании, комплексной антибактериальной терапии, продленной эпидуральной аналгезии, получала симптоматическую терапию.

Так же как и в предыдущих примерах в течение 8 суток регистрировались показатели церебральной оксигенации с левого и правого полушария, параллельно оценивались пульсоксиметрия, параметры общей гемодинамики, проводился анализ газового состава капиллярной крови. Полученные результаты представлены в таблице 19 и на рисунке 17.

Таблица 19. Показатели гемодинамики, rSO_2 и КОС у пациентки в примере 4.

Пара-метры / **Сутки**	**ЧСС/ мин**	**АД (с.,д.,ср.) мм рт.ст.**	**ЧД/ мин**	**rSO_2 L%**	**rSO_2 R%**	**pH**	**pO_2 мм рт.ст**	**pCO_2 мм рт.ст.**	**SpO_2%**	**FiO_2 %**
1	96	105/42(63)	36	40	46	7,43	70,5	43,8	100	45
2	84	105/74(84)	38	54	51	7,44	70,4	48,2	100	40
3	99	102/74(83)	31	51	53	7,38	72	39,4	100	50
4	100	113/66(82)	30	54	56	7,47	82,3	28,1	100	60
5	84	128/65(86)	23	50	54	7,43	79,8	35,8	100	50
6	110	111/64(80)	30	58	54	7,50	68,4	39,7	100	60
7	99	104/66(79)	25	51	57	7,49	79,2	40,9	100	50
8	83	95/60(72)	28	60	57	7,49	84,4	31,3	100	50

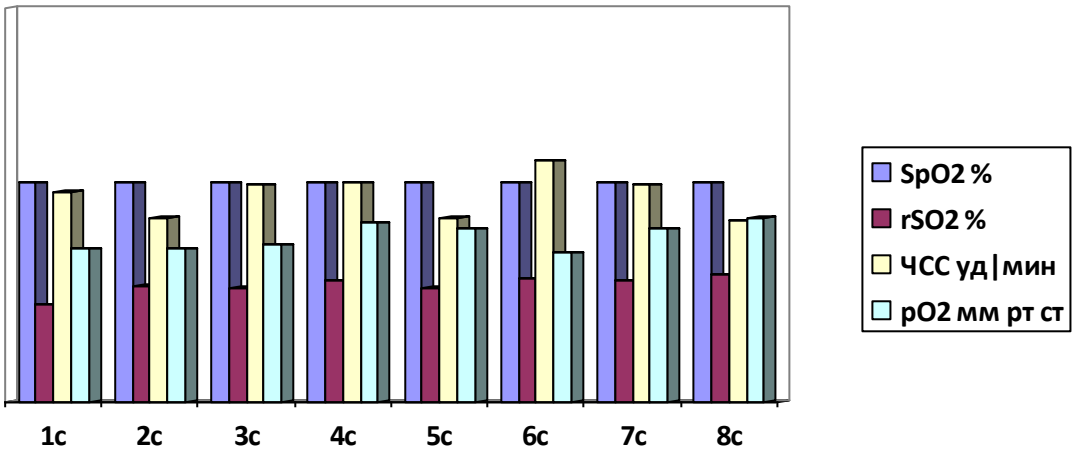


Рисунок 17. Сравнительная характеристика SpO_2, rSO_2,ЧСС и pO_2 у пациентки в примере 4.

Как видно из таблицы и рисунка, частота сердечных сокращений на протяжении всех 8 дней исследования оставалась относительно стабильной с тенденцией к тахикардии на 3,4,6 и 7 сутки исследования. При оценке артериального давления также отмечалась стабильность данных с невыраженной гипотонией в первый день наблюдения. Частота дыхания задавалась в зависимости от показателей газов крови и составляла от 23 до 38 дыханий в минуту. На протяжении всего времени отмечалась гипервентиляция. Данные пульсоксиметрии на всех этапах исследования были стабильны и составляли 100%. В показателях КОС наибольшие отклонения проявлялись в снижении pO_2 до 68,4- 70,2 мм рт.ст. в 1,2,3 и 6 сутки.

При анализе rSO_2 на протяжении всего времени исследования фиксировалось в разной степени снижение данных относительно возрастной нормы, что и представлено на рисунке 18.

Как видно из рисунка, наибольшее снижение церебральной оксигенации наблюдалось в первые сутки на 35 - 45% от возрастной нормы, причем степень снижения, как и в первых трех клинических примерах, не имела большого разброса между правым и левым полушариями.

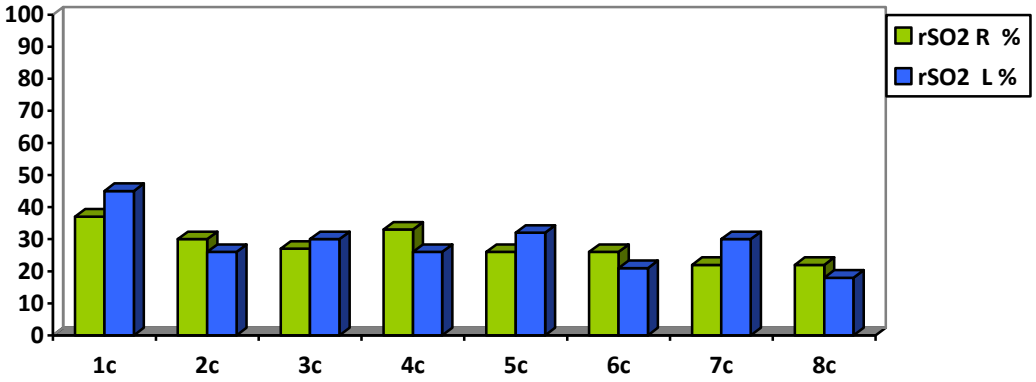


Рисунок 18. Степень снижения показателя rSO2 в примере 4.

Таким образом, из клинических прмеров видно, что при относительной стабильности параметров общей гемодинамики, нормальных показателях периферической сатурации и незначительных отклонениях в данных КОС, имеется в разной степени снижение церебральной оксигенации, что может свидетельствовать о скрытых гипоксических состояниях головного мозга и нарушениях церебрального гомеостаза.

Церебральная гемодинамика реагирует первой на гипоксию, что, безусловно, нужно учитывать при ведении пациентов в критических состояниях. Динамика показателей ЦО может помочь оценить церебральный статус на этапах СЛР.

Все сказанное ранее позволяет рекомендовать включение метода церебральной оксиметрии в план обязательного мониторинга витальных функций у ургентных пациентов, наблюдающихся в отделении реанимации и интенсивной терапии.

ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Поддержание адекватного кислородного статуса головного мозга и, как следствие, его нормального функционального состояния в ходе анестезиологического пособия, а также при наблюдении пациента в послеоперационном периоде в условиях отделения интенсивной терапии и реанимации является одной из важнейших проблем современной анестезиологии и интенсивной терапии, что связано с высокой частотой осложнений, вызванных церебральной гипоксией различного генеза.

В настоящее время это стало возможным, благодаря разработанным и внедренным в практику многочисленным методам, которые оценивают уровень церебрального метаболизма и степень оксигенации головного мозга. Однако, в связи с тем, что эти методики имеют ряд весомых недостатков, в современной медицине наиболее перспективным методом изучения процессов тканевого дыхания и непосредственно интра- и послеоперационного мониторинга гипоксии головного мозга представляется метод церебральной оксиметрии. Не смотря на то, что данный метод давно разработан и внедрен в практику, в современной литературе, в настоящий момент, отсутствуют четкие данные по возрастным и гендерным значениям церебральной оксиметрии у здоровых детей, о влиянии изменений функциональных параметров сердечно-сосудистой системы на адекватную оксигенацию головного мозга. Также не определена важность и необходимость включения данного метода в обязательный мониторинг витальных функций в интра- и послеоперационном периоде.

Метод ЦО является неинвазивным, безопасным для врачей и пациентов. Может использоваться как у взрослых, так и у детей любого возраста. Измерение оксигенации головного мозга происходит в режиме реального времени. Аппарат для измерения ЦО компактен, портативен и удобен для использования, как в операционной, так и в реанимационном зале. Может

устанавливаться прикроватно (рядом с операционным столом) и не требует транспортировки больного. Не зависит от стабильной гемодинамики.

В исследование было включено 165 детей в возрасте от 0 до 17 лет (101 мальчик и 64 девочки). Работа проводилась в четыре этапа.

На первом этапе для определения показателей церебральной оксигенации у здоровых детей в зависимости от пола и возраста, а также для выявления существующих различий между показателями ЦО в правом и левом полушарии головного мозга, были обследованы 50 соматически здоровых детей (31 мальчик и 19 девочек) в возрасте от 4 месяцев до 17 лет.

Все обследуемые дети были разделены на 4 группы в зависимости от возраста: I группа - до 1 года; II группа - от 1-го года до 3-х лет; III группа - от 4-х до 10-ти лет; IV группа - старше 10-ти лет, а в последующем на 2 группы по гендерному признаку.

В дальнейшем, с целью выявления степени зависимости оксигенации головного мозга от изменения функциональных параметров сердечно-сосудистой системы на втором этапе проведенной работы у 35 детей от 1 года до 17 лет церебральная оксиметрия измерялась параллельно с эхокардиографическим исследованием сердца. В группу вошли 11 пациентов с дилатационной кардиомиопатией, в параметрах их сердечной деятельности имелись разной степени отклонения. Остальные 24 ребенка были с ревматологическими заболеваниями и пороками развития бронхо-легочной системы, их гемодинамические показатели были в пределах возрастной нормы. Данная группа была представлена 19 мальчиками и 16 девочками.

В третий этап исследования были включены 50 детей в возрасте от 6 месяцев до 16 лет с различной хирургической патологией. Из них 15 детей были с урологическими заболеваниями, им проводились длительные (2,5-3 часа) хирургические вмешательства, 15 пациентов с патологией репродуктивной системы, продолжительность операции не превышала 1 час.

По поводу ортопедической патологии оперировались 20 детей, продолжительность оперативного вмешательства составляла от 1,5 до 2 часов.

На заключительном четвертом этапе работы были обследованы 30 детей от 6 месяцев до 17 лет из отделения реанимации и интенсивной терапии, 26 из которых наблюдались после различных оперативных вмешательств, охарактеризованных ранее. Все они находились в состоянии остаточной медикаментозной седации, на самостоятельном адекватном дыхании воздухом и составили послеоперационную группу. Церебральная оксиметрия измерялась пациентам на протяжении 30 минут после поступления из операционного блока. Параллельно регистрировались показатели гемодинамики, производился анализ капиллярной и венозной крови. Четырем пациентам исследование проводилось длительно, в том числе и во время оказания реанимационных мероприятий.

В проведенной работе были получены следующие результаты:

показатели церебральной оксигенации, снятые с левого и правого полушария: в 1-ой группе (дети до 1 года) практически не отличались между собой и составили 64,3% и 64,1% соответственно. Далее наблюдалось достоверное увеличение данных оксигенации головного мозга во II-ой группе (дети от 1 года до 3 лет): с левого полушария они составили 69,7%, с правого - 69,8% и не отличались между собой. Такое повышение, по нашему мнению, связано с активным развитием центральной нервной системы на первом году жизни, а именно, с дифференцировкой и увеличением размеров и объемов нервных клеток больших полушарий, а также с увеличением количества нервных отростков и их миелинизацией. В III-ей группе (дети с 4 до 10 лет) получены практически те же результаты, что и во II-ой группе. Показатели составили 69,9% - с левого полушария и 69,2% - с правого, так же как и в предыдущих группах, показатели не имели межполушарных различий. В IV-ой группе (дети старше 10 лет) показатели церебральной оксигенации справа и

слева не менялись, не отличались между собой и составили 69,6% - с левого полушария и 69,8% – с правого.

Показатели ЦО у детей в общих возрастных группах, различающихся по гендерному признаку, не имели межполушарных различий и не зависели от пола.

На втором этапе исследования у пациентов с дилатационной кардиомиопатией отмечались в разной степени изменения показателей ФИ, УО, ЧСС и церебральной оксигенации головного мозга. Наблюдалось снижение показателей фракции выброса на 10% - 54% и ударного объема крови на 8% - 60% от возрастных норм, что является характерным для данной патологии. Частота сердечных сокращений у 8 обследуемых оставалась нормальной, однако наблюдаемое у трех детей в разной степени увеличение ЧСС (синусовая тахикардия), нередко встречающаяся у пациентов с ДКМП, является компенсаторной, обеспечивая достаточные значения УО даже при низкой ФВ. Показатели церебральной оксиметрии были снижены в разной степени на 6 - 27% у всех обследованных пациентов с ДКМП. У детей с наибольшим снижением показателей ФВ на 46% - 54% и снижением УО на 40 % и 60%, отмечалось максимальное снижение данных rSO_2 на 25% и 27% соответственно, что, по-видимому, связано с хронической гипоксией.

Была выявлена умеренная прямая зависимость между церебральной оксигенацией и ударным объемом ($r=0,42$, $p=0,042$), церебральной оксигенацией и фракцией выброса ($r=0,61$, $p=0,038$), корреляционной связи церебральной оксигенации с частотой сердечных сокращений выявлено не было. При выявлении изменения данных оксигенации головного мозга у детей, не имеющих кардиологической патологии, снимаемые показатели находились в пределах возрастных норм.

Таким образом, на втором этапе проведенного исследования, была выявлена умеренная корреляционная зависимость между показателями церебральной оксигенации и данными фракции изгнания и ударного объема

сердца. Снижение ЦО при относительной стабильности функциональных параметров сердечно-сосудистой системы (при сохраняющемся нормальном значении ударного объема и незначительном уменьшении фракции выброса) может свидетельствовать о развивающейся гипоксии головного мозга.

Метод церебральной оксиметрии может быть рекомендован к включению в основной мониторинг витальных функций при планировании и проведении различных хирургических вмешательств у детей с кардиологической патологией и, в частности, пациентов с ДКМП.

На третьем этапе исследования при проведении оперативных вмешательств по поводу различной хирургической патологии, на протяжении всего периода индукции с применением болюсной методики данные церебральной оксиметрии статистически достоверно увеличивались к 5-ой минуте наблюдения, как с левого, так и с правого полушария, достигая своего максимума к 8 минуте, превышая исходные значения на 5%, что могло быть связано с проводимой преоксигенацией. При анализе ЧСС наблюдалось статистически значимое снижение данных на 5-ой минуте периода индукции, с максимальным снижением в 15% к 8-ой минуте. Среднее артериальное давление достоверно снижалось к третьей минуте исследования, достигая максимального снижения в 10% к 8-ой минуте наблюдения. Показатели SpO_2 на протяжении всего периода болюсной индукции не изменялись и составляли в среднем 99%.

При пошаговом методе индукции севофлураном статистически значимых изменений показателей rSO_2 по сравнению с данными, полученными при применении болюсной методики, не отмечалось. Данные ЧСС достоверно постепенно снижались к 5-ой минуте, достигая максимума в 10% к 8-ой минуте данного этапа. Среднее артериальное давлением оставалось стабильным, достоверно снижаясь от исходного значения на 5% только к 8-ой минуте исследования. Также как и при болюсной методике, показатели SpO_2 не изменялись и составляли 99%.

Во время интубации трахеи у 12 пациентов с урологической патологией, наблюдалось достоверное снижение показателей церебральной сатурации в среднем на 2-3% ($p<0,05$) от предыдущих значений. В двух примерах трудной интубации показатели ЦО снижались на 10 и 15%.

Показатели системной гемодинамики и церебральной оксиметрии во время хирургической стадии у 17 пациентов, которым проводилось комбинированное анестезиологическое пособие (пациенты ортопедического профиля при операциях на нижних конечностях), показатели гемодинамики, периферической сатурации и церебральной оксиметрии не изменялись, либо имели статистически незначимые отклонения относительно исходных значений. Данная стабильность всех параметров на протяжении всего периода исследования была связана с использованием спинальной анестезии и качественным обезболиванием пациента.

У 12 пациентов наблюдался гипердинамический ответ сердечно-сосудистой системы на болевой раздражитель, который характеризовался возрастанием ЧСС в среднем на 10-15% и артериального давления на 15-20%, наблюдалось увеличение показателей rSO_2 на 10-11% от предыдущего значения, причем, это повышение констатировалось раньше по сравнению с возрастанием параметров общей гемодинамики. Это, по-видимому, связано с расширением сосудов и увеличением местного кровенаполнения в ответ на повышение активности нейронов под действием ноцицептивного раздражителя. После введения соответствующей возрасту дозы фентанила в течение 1-2 минут гемодинамические параметры и rSO_2 приходили к исходному уровню. Показатели SpO_2 на протяжении всего наблюдения не менялись и составляли 99%.

На этапе пробуждения показатели церебральной оксиметрии не имели статистически достоверных изменений, как с правого, так и с левого полушария. Отмечалось достоверное увеличение ЧСС на 10%, а АД ср. на 5% к

8-ой минуте данного этапа, показатели периферической сатурации не изменялись на протяжении всего периода пробуждения и составляли 99%.

Проведенный анализ данных общей гемодинамики и ЦО при различных по длительности и травматичности хирургических вмешательствах показал, что церебральная гемодинамика реагирует первой на ноцицептивный раздражитель на болевых этапах оперативного вмешательства, до изменения гемодинамических параметров, что позволяет диагностировать недостаточную аналгезию и своевременно скоррегировать анестезиологическое пособие до наступления гемодинамических расстройств. При операциях на нижних конечностях эффективна комбинированная анестезия (севофлуран+спинальная анестезия), при которой изменения показателей, как общей гемодинамики, так и церебральной оксиметрии в ответ на операционную травму не отмечалось.

Метод церебральной оксиметрии является более информативным по сравнению с пульсоксиметрией в диагностике гипоксических состояний, возникающих в интраоперационном периоде, и может быть рекомендован к включению в протокол мониторинга у пациентов, с предполагаемой трудной интубацией трахеи.

Полученные на данном этапе результаты, сопоставлялись с данными исследований других авторов (Линькова Т.В., 2010г, Щукин В.В. и соавт. 2005г, Кокшин Д.В. и соавт.,2002г).

На заключительном четвертом этапе исследования, у пациентов после плановых оперативных вмешательств, наблюдающихся в отделении реанимации и интенсивной терапии, показатели церебральной оксиметрии не имели статистически значимых отклонений. За время наблюдения отмечалось достоверное повышение к 30 минуте частоты сердечных сокращений на 15% и АДср. в среднем на 10% от исходных значений, что было связано с постепенным пробуждением пациента.

В двух случаях отмечалось снижение ЧСС на 13% и 16%, а АДср. на 8% и 10% соответственно, что было связано с глубоким послеоперационным

медикаментозным сном, в котором пребывали эти пациенты. Показатели приходили в возрастную норму с их пробуждением. Данные пульсоксиметрии не менялись и составляли 98-99%.

Анализ результатов лабораторных исследований показал, что у детей после оперативных вмешательств имеется достоверное снижение pH ($p<0,05$). У 80% обследуемых данный показатель в среднем составлял-7,28-7,32.

У 20% данные pH находились в пределах 7,35-7,45. Показатели pO_2 и pCO_2 у большинства детей, как в артериальной, так и в венозной крови не имели достоверных отклонений. Значения были следующими: в капиллярной крови p_aO_2=90,2 (88,4;92,7) мм рт.ст.,(n=23); p_aCO_2=43,0 (39,2;45,5) мм рт.ст., (n=23); в венозной крови p_vO_2=38,1 (32,0;43,2) мм рт.ст.,(n=10), p_vCO_2=50,6 (45,8;56,4) мм рт.ст.,(n=10). У троих детей в послеоперационном периоде отмечались гипероксия и гипокапния после операций, сопровождающихся интубацией и ИВЛ, что могло быть связано с гипервентиляцией в интраоперационном периоде.

Таким образом, у детей после плановых оперативных вмешательств, состояние которых расценивалось как стабильное, отклонений в данных церебральной оксигенации не отмечалось, что свидетельствует об отсутствии важности и информативности применения метода церебральной оксиметрии у пациентов данной группы в послеоперационном периоде.

После анализа длительного наблюдения (в течение восьми суток), в том числе и во время асистолии, динамики данных церебральной оксигенации и гемодинамических параметров (ЧСС, АД, SpO_2) у четырех пациентов, чье состояние было расценено как крайне тяжелое, было выявлено, что при относительно стабильных показателях общей гемодинамики, стабильно высоких данных периферической сатурации и скомпенсированных результатах лабораторно - инструментальных исследований, наблюдалось выраженное снижение церебральной оксигенации. При изучении изменения показателей церебральной оксигенации в случае сердечно-легочной реанимации у одной из

ургентных пациенток, было определено, что первой на гипоксию реагирует церебральная оксиметрия до изменения параметров общей гемодинамики.

Церебральная гемодинамика реагирует первой на гипоксию, что может помочь оценить церебральный статус на этапах СЛР и скоррегировать терапию до начала гемодинамических расстройств.

ВЫВОДЫ

1. Показатели церебральной оксиметрии у здоровых детей в возрасте до 1 года: слева 64,3(60,1;70,5)%, справа 64,1(61,3;69,3)%; с 1 года до 3 лет: слева 69,7(64,1;75,5)%, справа 69,8(65,1,74,9)%; с 4 до 10 лет: слева 69,9(65,5;72,1)%, справа 69,2(65,1;74,8)%; у детей старше 10 лет: слева 69,6(65,3;75,8)%, справа 69,8(66,1;74,9)%. Показатели церебральной оксигенации не имеют межполушарных и гендерных различий.

2. Показатели церебральной оксиметрии находятся в умеренной корреляционной связи с параметрами сердечно-сосудистой системы: с ударным объемом ($r=0,42$, $p=0,042$) и фракцией выброса ($r=0,61$, $p=0,038$). Метод церебральной оксиметрии может быть рекомендован к включению в основной мониторинг витальных функций при планировании и проведении различных хирургических вмешательств у детей с кардиологической патологией и, в частности, пациентов с ДКМП.

3. Церебральная оксиметрия является высокоинформативным методом непрерывного исследования кислородного гомеостаза на различных этапах оперативного лечения. Церебральная гемодинамика первой реагирует на ноцицептивный раздражитель, что требует соответствующей коррекции тактики проведения хирургического вмешательства и анестезиологического пособия.

4. Об эффективности применения и информативности метода церебральной оксиметрии свидетельствует выраженная динамика ее показателей при стабильных данных лабораторно-инструментальных исследований, входящих в протокол ведения пациента в интраоперационном периоде и ургентных пациентов в отделении интенсивной терапии и реанимации.

5. Включение метода церебральной оксиметрии в протокол мониторинга витальных функций пациентов в критических состояниях при

проведении интенсивной терапии позволит своевременно осуществлять профилактику гипоксии головного мозга.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Применение метода церебральной оксиметрии в мониторинге интра- и послеоперационного периода у детей любой возрастной группы и тяжести состояния позволяет проводить непрерывное, безопасное, неинвазивное динамическое наблюдение кислородного статуса головного мозга.

2. Метод церебральной оксиметрии рекомендовано включать в обязательный мониторинг кислородного статуса у больных с тяжелой сердечно-сосудистой патологией при планировании и выполнении хирургических вмешательств, а также при проведении интенсивной терапии.

3. Включение метода церебральной оксиметрии в стандартный мониторинг в ходе различных хирургических вмешательств позволяет значительно повысить диагностику гипоксических состояний, возникающих в интраоперационном периоде. Показатели церебральной оксиметрии являются более информативным по сравнению с данными пульсоксиметрии и своевременными по сравнению с показателями общей гемодинамики.

4. Целесообразно включение метода церебральной оксиметрии в основной протокол мониторинга витальных функций у пациентов в критических состояниях, в том числе при проведении сердечно-легочной реанимации, с целью своевременной диагностики и коррекции гипоксии головного мозга.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бунятян А.А, Флеров Е.В., Исланова О.И. и др. Мониторинг выделения углекислого газа из оксигенатора аппарата искусственного кровообращения при операциях на открытом сердце. // Анналы РНЦХ РАМН. 1992.С.85-95.

2. Взаимосвязь между церебральной оксигенацией и показателями гемодинамики и транспорта кислорода при хирургической коррекции комбинированных приобретенных пороков сердца / А.И. Ленькин, В.И. Захаров, А.А. Сметкин, др./Общая реаниматология -2012.-№6.-С.23-30.

3. Гайдар Б.В. Практическое руководство по транскраниальной допплерографии / Под ред. Б.В. Гайдара, В.Е. Парфенова, Д.В. Свистова. СПб.МедА, 1994. С. 186.

4. Гайдар, Б.В./ Транскраниальная допплерография в нейрохирургии / Гайдар Б.В., Семенютин В.Б., Парфенов В.Е., Свистов Д.В. / СПб, 2008. С 288

5. Грузман А.Б., Хапий Х.Х./ Углеводный обмен в головном мозге при коматозных состояниях. // Анест. и реаниматол. 1991,3,17-21.

6. Гавриленко А.В., Караваев Б.И., Бондаренко А.В., и др. Контроль уровня оксигенации головного мозга в период оперативного вмешательства, и оценка его эффективности.// Реферат Российский научный центр хирургии РАМН-Москва-2002.

7. Гусейнов Т.Ю. Углеводный обмен мозга в условиях гипоксии.// Анест. и реаниматол. 1991. №3. С.14-17.

8. Делооз Г.Г. Терапевтические протоколы в области медицины критических состояний в связи с церебральной реанимацией. // Материалы симпозиума: Место препарата ноотропила (пирацетама) в неврологической и психиатрической практике. Москва 1978 г., 3138.

9. Дирден Н.М. Использование мониторинга сатурации кислорода в луковице яремной вены. // Актуальные проблемы анестезиологи и реаниматологии. Освежающий курс лекций. 1997, 154-159.

10. Заржецкий Ю.В. Влияние севофлурана на функциональное восстановление животных, перенесших системную остановку кровообращения / Заржецкий Ю.В., Борисов К.Ю., Гребенчиков О.А., Шайбакова В.Л., Левиков Д.И., Лихванцев В.В. // Общая реаниматология. 2012.- VIII.- №2.- С.15-18.

11. Илюкевич Г. В. Современные ингаляционные анестетики изофлуран и севофлуран. Возможности использования в нейроанестезиологии/Г. В. Илюкевич, А. В. Прушак // Медицина. – Минск. 2009,N N 1.-С.87-91

12. Колесниченко А.П., Кокшин Д.В., Вшивков Д.А., Титова Е.М. Первый опыт применения церебральной оксимерии в интенсивной терапии.- Красноярск, 2002.

13. Корпачев В. Г. Гемодинамика, кислродный и элекгролитно-водный баланс коры головного мозга в восстановительном периоде после перенесенной клинической смерти, вызванной острой кровопотерей. // Автореф. Дис. докт. 1970, Омск. С.. 28.

14. Копрел Д.Б. Защита мозга. // Анестезиология и реаниматология 1996, 2.С. 81-85.

15. Кожевников В.А., Караваев Б.И., Селютин М.Ю., Лурье Г.О., Черная М.А., Бондаренко А.В. Церебральная оксиметрия при операциях на сердце с искусственным кровообращением. Сборник научных докладов Российского научного Центра Хирургии РАМН, Москва, 2002.

16. Кожура В.Л., Соловьева Ж.В., Новодержкина И.С., Носова Н.В. Молекулярные и клеточные механизмы ишемического повреждения мозга при геморрагическом шоке. // Анест. и реанимат. 1994, 3.С 24-28.

17. Кунцевич, Г.И. Интраоперационное мониторирование мозгового кровотока и состояние вещества головного мозга при открытых и

эндоваскулярных вмешательствах в каротидной системе / Кунцевич Г.И., Танашян М.М., Скрылев С.И. и др. // Ангиология и сосудистая хирургия. – 2011., Т. 17. -№ 2. С. 43-48.

18. Куртнев С.Г. Влияние продолжительности клинической смерти на кровообращение, напряжение кислорода и электрические параметры головного мозга в постреанимационном периоде. //1975, автореф.дис. канд. Омск. С. .22.

19. Линькова Т.В. Введение в наркоз севофлураном у детей: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук: специальность 14.01.20 «Анестезиология и реаниматология» / Линькова Татьяна Викторовна; /Рос. гос. мед. ун-т им. Н. И. Пирогова/. - Москва: 2010. - 24 с.

20. Лубнин А.Ю., Мошкин А.В. Катетеризация внутренней яремной вены для оценки церебрального метаболизма; правая или левая сторона// Анестезиология и реаниматология 1997.2. С.50-52.

21. Лубнин А. Ю., Шмигельский А. В. Церебральная оксиметрия. // Анест. и реаниматол., 1996, № 2, С. 85-90.

22. Лубнин А. Ю., Шмигельский А. В., Лукьянов В. И. Применение церебральной оксиметрии для ранней диагностики церебральной ишемии у нейрохирургических больных с сосудистой патологией головного мозга. // Анест. и реаниматол., 1996, № 2, С. 55-59.

23. Лубнин А. Ю., Шмигельский А. В., Островский А.Ю. Церебральный оксиметр INVOS-3100. // Анест. и реаниматол., 1995, № 4, С. 68-70.

24. Михельсон В.А., Г.Г. Прокопьев, В.В. Лазарев. Церебральная оксиметрия в анестезиологии детского возраста.// Анестезиология и реаниматология/ №4.М.:Медицина. 1999,С.4

25. Миербеков Е.М., Флеров Е.В., Дементьева И. И. Яворовский А.Г., Шмырин М.М. Фиброптическая оксиметрия крови верхней луковицы

внутренней яремной вены при кардиохирургических операциях. // Анестезиология и реаниматология, 1997.1С.35-38.

26. Миербеков Е.М., Флеров Е.Ф. Проблемы безопасности головного мозга при кардиохирургических вмешательствах в условиях искусственного кровообращения. (Аналитическая оценка).// Анестезиология и реаниматология 1997.5.С.4-19.

27. Миербеков Е.М., Кукаева Е.А., Селезнев М.Н., Флеров Е В. Мониторинг метаболизма головного мозга, как основа контроля его адекватной защиты в период остановки кровообращения в условиях глубокой гипотермии. // Анестезиология и реаниматология 1996, 1, 49

28. Миербеков Е.М., Флеров Е.В., Дементьева И И. Кукаева Е.И. Катетеризация верхней луковицы внутренней яремной вены и ее идентификация на основе газового анализа крови у кардиохирургических больных.// Анестезиология и реаниматология, 1995,6, стр. 38-40.

29. Миербеков Е. М., Флёров Е. В., Дементьева И. И. и др. Фиброоптическая оксигемометрия крови верхней луковицы внутренней ярёмной вены при кардиохирургических вмешательствах. // Анест. и реаниматол., 1997, № 1, С. 35-38

30. Мороз В.В., Корниенко А.Н., Мозалев А.С., Парфенюк А.В., Шахмаева С.В. Проблема повреждения головного мозга при кардиохирургических вмешательствах в условиях искусственного кровообращения. Общая реаниматология.2008. 4 (4): С.16-20

31. Москаленко Ю.В. Мозговое кровообращение. // Рук. Болезни сердца и сосудов под ред. Чазова Е.И. М. Медицина, 1992, Т1, гл11.С 114-123.

32. Мацкеплишвили М.Т. Церебральная оксиметрия в комплексном неинвазивном мониторинге церебральных функций у больных в острой стадии полушарного инсульта. Диссертация кандидата медицинских наук. Московский Государственный медико-стоматологический университет, кафедра неврологии и нейрохирургии. 2005г.

33. Миербеков Е. М., Флёров Е. В., Дементьева И. И. и др. Фиброоптическая оксигемометрия крови верхней луковицы внутренней ярёмной вены при кардиохирургических вмешательствах. // Анест. и реаниматол., 1997, № 1, С. 35-38.

34. Мчедлишвили Г.И. Регуляция мозгового крвообращения. // Труды 4-го симпозиума по мозговому кровообращению. Тбилиси 1980.

35. Мчедлишвили Г.И. Физиология и патфизиология мозгового кровообращения. // В кн. Физилогия и патология сердечно-сосудистой системы. М. 1966.С.211-219.

36. Мчедлишвили Г.И. Функция сосудистых механизмов головного мозга. Их роль в регулировании и патологии мозгового кровообращения. //Л. Наука, 1968,203.

37. Мчедлишвили Г.И., Митагвария Н.П., Ормоцадзе Г.Г. Физиологические механизмы ауторегуляции кровоснабжения мозга. // Физиолог. Журнал СССР. 1972.Т2.С.224-230.

38. Острейков И.Ф., Бабаев Б.Д., Шишков М.В., Петрова-Ж.И., Голов, И.Ю., Толасов К.Р. Применение ингаляционных анестетиков севофлурана и изофлурана у детей. Анестезиология и реаниматология 2007 №1 с. 11-14

39. Прокопьев Г.Г. Оценка влияния анестетиков на кислородный статус и кровенаполнение головного мозга у детей методом церебральной оксиметрии. Диссертация кандидата медицинских наук. Кафедра хирургических болезней детского возраста РГМУ. 2001г.

40. Практическое руководство по анестезиологии: 2-е издание, перераб. и доп./ под редакцией Лихванцева В.В.. М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2011. 552с.

41. Сальников П.С., Буров Н.Е. Сравнительная оценка церебральной оксиметрии при анестезии ксеноном и другими анестетиками. // Анестезиология и реаниматология. - 2003. №3. С.35-37.

42. Семенютин, В.Б. Методы оценки регуляции мозгового кровотока в нейрохирургии [Электронный ресурс] / Семенютин В.Б, Свистов В.Д. // Российский нейрохирургический журнал. – 2005. – № 1 (14). Режим доступа: http://www.neuro.neva.ru/ru/Articles_2005_1/semenyutin.shtml, свободный. загл. с экрана. 23.02.2015.

43. Семенютин, В.Б. Регуляция мозгового кровообращения и ультразвуковые методы ее оценки / Семенютин В.Б., Свистов Д.В. // В кн.: Ультразвуковая допплеровская диагностика в клинике. Под ред. Никитина Ю.М., Труханова А.И. - Иваново: Издательство МИК, 2004. –С. 241-256.

44. Руководство по физиологии. Физиология кровообращения. Физиология сердца.-Л. 1980-Гл. 27, С. 475-492.

45. Сувернев А.В., Верещагин И.П. и др. Клинические эффекты общей управляемой гипертермии (43,5-44оС). Клиническая и экономическая эффективность современных мед. технологий, методов диагностики и лечения: Тез. докладов науч-практ. конф. - М., 2001. - С.221-222.

46. Таранова И.И., Кохно В.Н. Церебральная оксиметрия в практике анестезиолога-реаниматолога нейрохирургического профиля. // Анестезиология и реаниматология. – 2008. – №2. – С.64-67.

47. Федулова, С.В. Мониторинг мозгового кровотока при операциях на сердце в условиях искусственного кровообращения: дис. канд. мед. наук / Федулова С.В. – М., 2007. – 127 с.

48. Фитч В. Защита головного мозга: Фармакологические подходы и практические мероприятия. // Актуальные проблемы анестезиологи и реаниматологии. Освежающий курс лекций. Архангельск-Тромсё. 1997.С.150-153.

49. Царенко С.В., Крылов В.В., Тюрин Д.Н., и др. Церебральная оксиметрия в параинфракрасном диапазоне. Возможности использования в условиях нейрореанимационного отделения. // Анестезиология и реаниматология, 1998,.4.С.43-47.

50. Царенко С.В., Крылов В.В., Петриков С.С. // Нейромониторинг при внутричерепных кровоизлияниях. М.. 2005. С. 18

51. Шепелюк А.Н. Церебральная оксиметрия в кардиохирургии / Шепелюк А.Н., Клыпа Т.В., Никифоров Ю.В. // Общая реаниматология. 2012. VIII. -№2. С. 67-73.

52. Шмигельский А.В. Инфракраскная спекторометрия мозга в ранней диагностике церебральной ишемии во время операции у нейрохирургических больных с сосудистой патологией головного мозга. //1998, автореф, дис. канд. Москва.

53. Шмигельский, А.В. Интраоперационная оценка мультимодального нейромониторинга в профилактике ишемии головного мозга при реконструкции сонных артерий / Шмигельский А.В., Усачев Д.Ю., Лукшин В.А. и др. // Интенсивная терапия. 2006. Т. 3. № 7. С. 146-155.

54. Шмигельский, А.В. Мультимодальный нейромониторинг в ранней диагностике ишемии головного мозга при реконструкции сонных артерий / Шмигельский А.В., Усачев Д.Ю., Лукшин В.И. и др. // Анестезиология и реаниматология. – 2008. - № 2. – С. 16 - 22.

55. ШмигельскийА.В.:Анестезиологическое обеспечение реконструктивных операций при стенозирующих и деформирующих поражениях сонных артерий. Диссертация доктора медицинских наук. НИИ Нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко РАМН. 2011.

56. Шумилина, М.В. Стандартизация ультразвуковых обследований брахиоцефальных сосудов. / Национальные рекомендации по ведению пациентов с заболеваниями брахиоцефальных артерий// Москва,2013

57. Шумилина М.В., Мукасеева А.В. // Клиническая физиология кровообращения. 2012. № 4. С. 51-59.

58. Чусов К. П, Цыпин Л Е, Лазарев В В , Кажарская Е Ю, Прокопьев Г Г «Изменения центральной гемодинамики, кислородного статуса и

кровенаполнения головного мозга при лапароскопических вмешательствах у детей» // Материалы VIII сессии МНОАР, 2007. №7 .С 64

59. Чусов К. П., Цыпин Л Е, Лазарев В. В. Кажарская Е.Ю., Прокопьев Г.Г./Состояние центральной гемодинамики, кислородного статуса и кровенаполнения головного мозга при лапароскопических вмешательствах у детей» // Материалы V научно-практической конференции "Безопасность больного в анестезиологии-реаниматологии" М , 2007 - С 59

60. Храпов К. Н., Щеголев А. В., Свистов Д. В., Бараненко Д. М. Влияние некоторых методов общей анестезии на мозговой кровоток и цереброваскулярную реактивность по данным транскраниальной допплерографии. // Анест. и реаниматол., 1998, № 2, С. 40-43.

61. Эстрин В.В., Симонова А.В., Каушанская Е.Я. и др. Подбор режимов искусственной вентиляции легких у новорожденных с респираторным дистресс-синдромом с помощью транскраниальной церебральной оксиметрии// Материалы IV ежегодного конгресса специалистов перинатальной медицины «Современная перинатология: организация, технологии и качество», 2009.-74 с.

62. Amory D., Li J., Wang T., Asinas R., Kalatzis M. S. Noninvasive, continuous assessment of cerebral oxygenation using near infrared spectroscopy. // 1992, Anesthesiology, 77:3A.

63. Ausman Л. McCormick PWS., Stewart M., et al. Cerebral oxygen metabolism during hypothermic circulatory arrest in humans.// J. Neurosurg. 1993, 79, 810-815. 34.

64. Babikian V.Z., Wechsler Z.R. Transcranial Doppler ultrasonography.// St.Zouis.-Baltimore.-Mosby.1993.

65. Brazy J. E., Lewis D. V., Mitnick M. J., Jobsis-Vander Vliet F. F. Non-invasive monitoring of cerebral oxygenation in preterm infants: Preliminary observation. // Pediatrics, 1985, 75:217-225

66. Bruhn J, Myles PS, Sneyd R; Strays. MMRF. Depth of anaesthesia monitoring: what's available, what's validated, what's next? Br J Anaesth 2006 Jun; 97(1):85-94

67. Duncan L.A., Ruckley C.V, and J. Wildsmith A.W. Cerebral oximetry, a useful monitor during carotid artery surgery. // Anaesthesia, 1995, V. 50, p. 1041-1045.

68. Engstrom M., Polito A., et al. Intracerebral microdialysis. // J. Neurosurg. 2004. V.100. P.412–421.

69. Engstrom M., Polito A., Reinstrup et al. Intracerebral microdialysis in severe brain trauma the importance of catheter location // J. Neurosurg. 2005. Vol. 102. № 3. P. 460—469. 5. Goodman J.C., Gopinath S.P.

70. Fenik J.C., Rais-Bahrami K. Neonatal cerebral oximetry monitoring during ECMO cannulation. / J Perinatol. 2009. 29 (5). P. 376-81.

71. Francesco Pugliese, Franco Ruberto, Antonella Tosi, et al. Regional cerebral saturation versus transcranial Doppler during carotid endarterectomy under regional anashesia. // European Journal of Anesthesiology, 2009, Vol.26, N8, P.643-647.

72. Henson, L.C., Cartwright C., Chlebowski S.M., Kolano J.W., Wani D.S. Estimation of jugular venous O2 saturation from cerebral oximetry or arteial O2 saturation during isocapnic hypoxia. // Anesthesiology 1997; 87: 3A.

73. Hillman J., Aneman O., Andersson C. et al. A microdialysis technique for routine measurement of macromolecules in the injured human brain // Neurosurgery. 2005. V.56. P.1264–1270.

74. Jobsis FE. Noninvasive, infrared monitoring of cerebral and mvocardial oxygen sufficiency and circulatory parameters.// Science 198: 1264-126,1977.

75. Latronico N., Beindorf A.E., Rasulo F.A. et al. Limits of the intermittent jugular bulb oxygen saturation monitoring in the management of severe head trauma patients // Neurosurgery. – 2000. — V.46. — P.1131–1138

76. McCormick PW, Stewart VI, Goetting MG, Dujovnv M, Lewis G, Ausman JI. Noninvasive cerebral optical spec-troscopv for monitoring cerebral oxygen delivery and hemodynamics.// Crit Care Med 1991 19 89-97.

77. McCormick PW, Stewart M, Goetting MG, Balakrishnaii C. Regional cerebrovascular oxvgen saturation measured bv optical spectroscopy in humans.// Stroke 1996.22.P596-602.

78. McCormick PW, Slewart M, Lewis G, Dujovny M, Ausman JI. Intracerebral penetration of infrared light. Technical note. // J. Neuoro-surg 1992.76 .P.115-18.

79. Naylor A. R., Wildsmith J. A. W., McClure J. et al. Transcranial Doppler monitoring during carotid endarterectomy. // Br. J. Surg., 1991, 78:1264-1268.

80. Pennekamp, C.W. Near-infrared spectroscopy to indicate selective shunt use during carotid Endarterectomy / Pennekamp C.W., Immink R.V., den Ruijter H.M. et al. // Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg. – 2013. – Vol. 46. - № 4. – P. 397-403.

81. Pennekamp, C.W. Prediction of cerebral hyperperfusion after carotid endarterectomy with transcranial Doppler / Pennekamp C.W., Tromp S.C., Ackerstaff R.G. et al. // Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg. – 2012. – Vol. 43. - № 4. – P. 371-376.

82. Principles of pulse oximetry [электронный ресурс]: Anestesia UK: сетевой журн. – режим доступа http://www.frca.co.uk/article.aspx?articleid=332, - свободный. – загл. с экрана (дата обращения: 14.02.2015).

83. Rozet I, Vavilala MS, indley AM, Visco E, Treggiary M, Lam AM. Cerebral autoregulationand C02 reactivity in anterior and« posterior cerebral circulation during sevoflurane anesthesia. Anesth'Analg. 2006 Feb;102(2):560-4.

84. Slavin KV, Dujoviiy M, Ausman JI, Hernader G, Luer M, Stoddart H. Clinical Experience with Transcranial Cerebral Oximetry. // Surg. Neurol. 1994,42, 531-540.

85. Temper K.K., Barker S.J. Pulse oximetry. // Anesthesiology. 1989. V. 70, N l,p.98-108.

86. Van Hemelrijck J., Gogancn W., Van Akcn H., Lacroix H., Ncvelstccn A., Suy R. INVOS™ 3100 Cerebral Oximeter YS. Sovatosen-sory Evoked Potentifls (SSEP) and EEC during Carotid Surgery. // To be presented at the ASA, 1994.

87. Vernhiet J, et al.: Effects des fortes doses de morphinomimetiques (fentanyl) sur la circulation cerebrale du sujet normal. Ann Anesthesiol Fr 18:803 1977 .

88. Wade C. E., Salinas J., Eastridge B. J. et al. Admission hypo- or hyperthermia and survival after trauma in civilian and military environments // Int. J. Emerg. Med. – 2011. – Vol. 23. – P. 35

89. Wang W., Hu X., Wu X., Shi S. Metabolism during Surface Cooling Total Circulatory Arrest. // Anesthesiology 1999, V.91, N, 3A.

90. Wray S., Cope M., Delpy D. T., Wyatt J. S., Reynolds E. O. R. Characterization of near infrared absorption spectra cytochrome aa3 and haemoglobin for the non-invasive monitoring of cerebral oxygenation. // Biochim. Biophys. Acta, 1988, 933:184-192.

91. Watson B.G. Unilateral cold neck. A new sign of misplacement of the aortic cannula during cardiopulmonary bypass.//Anaesthesia. 1983. -Vol. 38. - P.659-661.

92. Webster M. W., Makaroun M. S., Steed D. L. et al. Compromised cerebral blood flow reactivity is a predictor of stroke in patients with symptomatic carotid artery occlusive disease. // J. Vase. Surg. 1995. Vol. 21, N2. P. 338-345.

93. Weigand V.A., Mishel A., Martin E., Bardenhaeuer H.J. Regional cerebral oxygen Saturation: A Sensitive Parametr to detect Brain ischemia during carotid artery Surgery. // Anaesthesiology 1995, 83, (3A), A:520.

94. Wyatt JS, Cope M, Delpy DT, Wray S, Reynolds EO. Quantification of cerebral oxygenation and hemodynamics in sick newborn infants by near infrared spectrophotometry. // Lancet, 1986, 2, 1063-1066.

95. Wyatt J.S., Cope M., Delpy D. T., van der Zee P., Arridge S., Edwards A. D., Wray S., Reynolds E. O. R. Measurement of optical pathlength for cerebral near-infrared spectroscopy in newborn infants. // Dev. Neurosci., 1989, 12:140-144.

96. Willams L.M., Picton A., Farrell A., Mead G.E., Mortimer A.J. and McCollum C.N. Light-reflective cerebral oximetry and jugular bulbou. oxygen saturation during c«tid endanerectomy. // Britoh ^ofS«gery 1994, 81,C 129-138.

97. Zablocki A D.Ibin MS. The BEG should be antaed durung cardiopulmonary bypass. // J. Cardiothorac Vase Anesth. 1989, 3,P.123.

98. Zhao Xuli. Dual Effects of Isoflurane on Proliferation, Differentiation, and Survival in Human Neuroprogenitor Cells / Zhao, Xuli; Yang Zeyong, Liang Ge et al. // Anesthesiology. 2013. - Vol. 118 (3). - P. 537–549.

99. Zheng Hui. Sevoflurane Anesthesia in Pregnant Mice Induces Neurotoxicity in Fetal and Offspring Mice / Zheng Hui; Dong Yuanlin; Xu Zhipeng; Crosby et al. // Anesthesiology. 2013. - Vol.118 (3). - P.516–526.

100. Zobel C., Adler C., Kranz A. et al. Mild therapeutic hypothermia in cardiogenic shock syndrome // Crit. Care Med. – 2012. – Vol. 40. – P. 1715-1723.