

дения анестетика. Осложнения были у 3 больных. Характерным является следующее наше наблюдение.

С. В-ль, 27 лет, поступил в аймачную больницу по поводу закрытого поперечного перелома средней трети обоих бедер. На 3-й день, после предварительного введения 1 мл 5% раствора эфедрина подкожно, больной был взят на операцию остеосинтеза бедра. После эндоломбального введения 2 мл 5% раствора новокаина в положении сидя и появления первых признаков анестезии по оплошности сестры больной был переведен в горизонтальное положение. Уже через минуту появилась бледность, тошнота, рвота, падение АД до 80/50 мм, затруднение дыхания, слабый частый пульс, затемнение сознания, непроизвольное мочеиспускание и дефекация. Больному приложено возвышенное положение головы, произведено внутривенное вливание 500 мл протившоковой жидкости, 40 мл 40% раствора глюкозы, внутримышечное введение 1 мл 10% раствора кофеина, 1,0 кордиамина, подкожно еще 1 мл 5% эфедрина; производилось искусственное дыхание с кислородом. Постепенно состояние больного улучшилось, дыхание и сердечная деятельность нормализовались, АД поднялось до 100/60 мм. Операция была отложена, в последующие дни у больного отмечались общая слабость, головная боль и тошнота.

В двух других случаях осложнения со сходной, но менее выраженной картиной возникали также при горизонтальном положении больных.

У части больных (около 3%) наблюдалась тошнота в начальном периоде анестезии и незначительные головные боли после операции.

АД при низкой спинномозговой анестезии, как показало выборочное измерение, обычно снижалось не более чем на 10 мм и восстанавливалось до исходных цифр через 2—3 часа после операции. Нарушений дыхания не было. Осложнений со смертельным исходом после применения этого вида анестезии у нас не было.

Таким образом, наш опыт позволяет рекомендовать применение низкой спинномозговой анестезии при операциях на нижних конечностях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Амосов Н. М. Вестн. хир., 1953, 5. — 2. Гешелин С. А. Бюлл. экспер. биол. и мед., 1960, 8; Вестн. хир., 1963, 11. — 3. Костюченко Б. М., Петров Б. А. Тр. пробл. комиссии по обезболиванию. М., 1954. — 4. Франкенберг Б. Е. Хирургия, 1960, 3. — 5. Бойчев Б., Конфорти Б., Чоканов К. Оперативная ортопедия и травматология. София, 1961.

УДК 615.84—616—089.5—031.85

ЭЛЕКТРОНАРКОЗ ПРЯМОУГОЛЬНЫМ ИМПУЛЬСНЫМ ТОКОМ

*В. Л. Дерябина, В. С. Гуткин, Л. А. Кащевская, Н. И. Кондратьева,
Н. Е. Тышковская и В. И. Уник*

Научно-исследовательский институт экспериментальной хирургической аппаратуры и инструментов (директор — М. Г. Ананьев), Москва

Из всего разнообразия электрических токов, применяемых для получения электронаркоза, большинство исследователей (Leduc, Robinovitch, Г. С. Календаров, Н. М. Ливенцев, М. Г. Ананьев с сотр., Smith и др.) отдает предпочтение прямоугольному импульсному току частотой 100 гц, впервые предложенному Ледюком и известному в литературе под его именем.

Прямоугольные импульсы многими признаются наиболее физиологичными при воздействии на центральную нервную систему (цнс). Вопрос об оптимальной частоте, длительности импульса, режимах подачи тока, местах расположения электродов и пр. до сих пор не получил окончательного разрешения. В связи с этим, занимаясь сравнительным изучением токов различных характеристик для получения электронаркоза, мы уделили большое внимание прямоугольному импульсному току.

Учитывая, что частота 100 гц обладает неприятным раздражающим действием в месте наложения электродов, мы исследовали более высокие частоты — 700 и 980 гц с длительностью импульса соответственно 0,24 м/сек. и 0,33 м/сек., с постепенным и быстрым режимами подачи тока, при различных расположениях электродов.

Опыты мы проводили преимущественно с чистым электронаркозом, т. е. получаемым от воздействия только одного тока без применения фармакологических препаратов.

В качестве подопытных животных брали здоровых беспородных собак, которые до этого не подвергались никаким вмешательствам. Всего было поставлено 39 опытов на 35 собаках с использованием аппарата ЭН-62 (конструктор Ю. Б. Худый). Длительность эксперимента — в среднем около 1 часа. В части опытов мы провели операции. У всех животных до, в течение и после опытов производили гематологические и биохимические исследования крови, изучали анестезиологические и физиологические данные.

Экспериментальный материал по чистому электронаркозу от воздействия прямоугольного импульсного тока без дополнительной постоянной составляющей для удобства изложения можно разделить на две группы в зависимости от избранной частоты. Первая группа — при частоте 980 гц и длительности импульса 0,33 м/сек. — объединяет 26 опытов на 22 собаках. Здесь мы изучали эффективность различных расположений электродов и влияние быстрого и медленного режимов тока. С лобно-затылочным расположением электродов было проведено 12 опытов на 10 собаках, с лобно-носоглоточным — 2, с битемпоральным — 12 на 10 собаках. Медленный режим подачи тока, начиная с 0,3—0,4 ма с последующим увеличением через 30—60—90 сек. на 0,3 ма, применяли в 14 опытах, быструю подачу тока сразу ориентировочно-наркотической дозы — в 12 опытах.

Получены следующие результаты: при лобно-затылочном расположении электродов и медленном режиме из 10 опытов у 7 собак наступила анальгезия I_1 — I_2 , у 3 собак наркоза получено не было ни при однократных, ни при повторных опытах.

При битемпоральном расположении электродов и быстрой подаче сразу ориентировочно-наркотической дозы тока опыты увенчались успехом в 9 случаях, причем анальгезия достигла большей глубины: у 5 собак — I_1 — I_2 , у 4 — I_2 — I_3 ; в 3 опытах электронаркоз не наступил, причем дважды у одной собаки, т. е. при повторном опыте. Анестезиологическая картина, как мы видели уже и по глубине анальгезии, имеет некоторые отличия.

В опытах с лобно-затылочным расположением электродов и медленной подачей тока полученная анальгезия была поверхностной — I_1 — I_2 , сознание сохранялось у всех животных. Срок наступления наркотического состояния удлинялся в среднем до 15—30 мин., а в отдельных случаях и более, причем в течение этого времени собаки бурно реагировали на каждую подачу тока, иногда непосредственно, иногда с некоторым запозданием до момента достижения наркотической дозы тока. Реакция в виде движений тела и головы (иногда собаки срывали электроды), судорог, тремора мышц, особенно около носа и глаз, асимметричного оскала зубов, повышенной саливации, учащения пульса и дыхания, подъема АД выражалась в разной степени интенсивности и не строго на каждое прибавление тока. На первую дозу тока 0,3—0,6 ма и в последующие до 1—1,5 ма реакция отсутствовала или была незначительной, затем усиливалась (примерно после 1,8—2—6 ма) и иногда, начиная с субнаркотических и наркотических доз (7—9—12 ма), вновь уменьшалась по интенсивности и частоте. Например, у собаки Хомяк исходное АД 160/140 при силе тока 0,9—2,1 ма достигло 190/150—200/140, затем выравнивалось и, начиная с 7,2 ма и до конца опыта (макс. ток 15 ма), держалось на цифрах 170/145—200/170. Исходный пульс 100 в мин. на подачу тока 2,1 ма снизился до 72—90, при силе тока 7—8 ма отмечалось учащение свыше 100, при силе тока 10,5—15 ма — до 140. Дыхание до опыта 80, после подачи тока — 60—70, при 9—15 ма — в среднем 20. После выключения тока одышка — 140. В целом у этих собак отмечалось урежение пульса на 20—30 уд. в мин., аритмия, учащение дыхания на 20—50 в мин. Нарушение дыхания выражалось в задержке и затруднении выдоха. В 9 опытах отмечалось урежение дыхания по сравнению с исходным, в 3 опытах — периодическая одышка.

Изменения со стороны сердечно-сосудистой системы, дыхания и терморегуляции были у всех собак, независимо от того, возникал или не возникал наркоз.

При достижениях анальгезии глаза чаще были закрыты или полузакрыты, отмечалась гиперемия слизистой глаз, глазные рефлексы обычно сохранялись, нередко были ослаблены. Болевая чувствительность отсутствовала — на кожные разрезы собаки не реагировали, на манипуляции в глубине раны (цапка) отвечали, как правило, напряжением мышц и задержкой дыхания. Тактильная чувствительность сохранялась. Отмечались непроизвольные движения тела. После выключения аппарата, производимого в течение примерно минуты, собаки, как правило, сразу открывали глаза. Глазные рефлексы были живые. В ряде случаев собаки казались заторможенными, были безучастны к окружающему, не реагировали на манипуляции (взятие крови для анализов, зашивание раны бедра). Болевая чувствительность восстанавливалась в разное время (от 3 до 20 мин., а у собаки Грог — через 27 мин.). У 4 собак возникла одышка, у 2 — тахикардия. Почти во всех опытах повышалась температура на 0,1—2,2°. Как только собак отъезывали, они сами спрыгивали со стола и уходили из операционной, нередко поскальзываясь, неуверенной походкой (однако следует помнить, что во всех опытах собаки примерно в течение 2—2,5 часов находились привязанными в положении на спине, иногда с туго перевязанными лапами).

При битемпоральном расположении электродов и быстрой подаче тока сразу в ориентировочно-наркотической дозе, которая затем корректировалась в зависимости от состояния животного и глубины анальгезии, анестезиологическая картина имеет свои отличия. В тех случаях, когда наркотическая доза сразу «угадывалась», наркоз наступал через 5—7 мин. и протекал гладко. Когда первоначальная доза значительно отличалась от наркотической, на «нащупывание» последней уходило значительное время, т. е. режим подачи тока тогда фактически превращался в постепенный.

Вторая группа включает 13 опытов, проведенных при частоте 700 гц, длительности импульса 0,24 м/сек., битемпоральном расположении электродов и быстром режиме. Только у одной собаки не наступило электронаркоза (режим фактически полу-

чился постепенный: начальная доза — 5 *ма*, максимальная — 9,1 *ма*). У трех собак с целью проверки достаточности полученной анальгезии были проведены оперативные вмешательства. Анестезиологическая картина и состояние после опыта соответствовали описанным ранее с быстрым режимом подачи тока.

У всех собак при быстром режиме в ответ на первую подачу субнаркотической дозы тока повышалось АД в среднем на 20—60 *мм* по сравнению с исходным, в отдельных случаях — на 100 *мм*. Как правило, появлялась брадикардия, задержка дыхания. У 8 собак на протяжении всего опыта АД держалось на уровне исходного, у 4 собак резко повысилось в момент включения аппарата, затем нормализовалось, периодически повышаясь при прибавлении тока, у 3 собак оставалось на уровне исходного. В течение опыта наряду с урежением отмечались нарушения дыхания в виде периодической одышки, изменения ритма, затруднения выдоха. У 12 собак после выключения аппарата и снятия электродов возникла резкая одышка, у 8 собак — тахикардия. У всех собак было повышение ректальной температуры (на 0,5—2,0°).

При операциях под электронаркозом во всех трех случаях реакция на кожный разрез и ушивание раны отсутствовала. В общем операции проходили спокойно. АД во время операции держалось на уровне исходного. Снижение его происходило в конце операции и особенно после ее окончания. Выполнение под полученным обезболиванием без всякой медикации лапаротомий и разреза паховой области с препаровкой нервно-сосудистого пучка подтвердило принципиальную возможность оперирования под чистым электронаркозом. Однако глубину анальгезии I_1 — I_2 в условиях чистого электронаркоза нельзя считать достаточной для спокойного проведения полостных операций.

Применение импульсного тока частотой 980 *гц* без дополнительной постоянной составляющей при лобно-затылочном расположении электродов и постепенной подаче тока не вызывает значительных изменений крови.

Исследования, проведенные у 3 собак, оперированных под электронаркозом, показали, что изменения крови у них подобны наблюдаемым при проведении операций под гексеналовым наркозом. Количество лейкоцитов во время операции увеличивалось до 17 тысяч, происходил нейтрофильный сдвиг лейкоцитарной формулы влево за счет палочкоядерных элементов, уменьшалось количество лимфоцитов и эозинофилов.

Биохимические показатели — колебание удельного веса крови, уровень сахара крови, общего белка, насыщение гемоглобина кислородом, резервная щелочность, содержание калия — по средним данным не выходили за пределы нормы.

У собак, подвергавшихся оперативному вмешательству (разрез мягких тканей бедра, пробная лапаротомия) в двух случаях из трех рН крови снизился до 7,3 и 7,2. Изменения трансаминазной активности сыворотки крови в общем были однотипны вне зависимости от режима подачи тока и частоты (700—980 *гц*). Концентрация шавелевоуксусной трансаминазы (ЩУТ) нарастала во время опыта и после выключения тока, но за верхние границы нормы не выходила. Через 2 часа после опыта начиналась выраженная трансаминаземия с максимальными цифрами через сутки после электронаркоза (200—300% от исходных цифр). Через 5, реже 7 суток содержание ЩУТ в сыворотке крови нормализовалось. Концентрация пировиноградной трансаминазы (ПВТ) повышалась во время опыта и после него, но обычно за верхние границы нормы не выходила.

Более значительная трансаминаземия ЩУТ и ПВТ наблюдалась в 2 опытах при лобно-назальном наложении электродов.

Из 35 подопытных собак 31 подверглась патоморфологическому исследованию. 27 собак были забиты в разные сроки после экспериментов (в основном в пределах 1 месяца; одна исследовалась через 120 дней после опыта) и 4 собаки погибли. Всех животных забивали по единой методике путем введения в субарахноидальное пространство 10% раствора нейтрального формалина, чем достигается прижизненная фиксация элементов цнс в том состоянии, в каком они были непосредственно перед забоем.

В цнс всех исследованных собак можно было отметить более или менее резкие нарушения сосудистого тонуса и сосудистой проницаемости, дистрофические и некробиотические изменения нейронов и продуктивную глияльную реакцию. Они носили диффузный характер, но наибольшей выраженности достигали в стволовом отделе мозга и коре больших полушарий, особенно в глубоких слоях ее, а также в шейном отделе спинного мозга.

Наряду с этими общими для всех изученных объектов цнс изменениями можно отметить и особенности, связанные с частотой применяемого тока, режимом подачи тока и местом наложения электродов. Так, при использовании тока частотой 980 *гц*, подаваемого через лобно-затылочные электроды при медленном режиме, наиболее поздно разворачивались восстановительные процессы; даже через 4 месяца после опыта (1 собака) обнаруживались проявления нарушенного сосудистого тонуса. При применении тока той же частотной характеристики, но с быстрым режимом подачи через битемпоральное расположенные электроды нормализация указанных выше изменений происходила относительно раньше, но не завершалась в сроки до 1 месяца.

При использовании тока с частотой 700 гц и быстрой подаче его через битемпорально расположенные электроды не наблюдалось таких грубых изменений сосудов дистонического характера, которые были отмечены у животных, подвергавшихся воздействию током 980 гц при других описанных вариантах, в связи с чем предпочтение можно отдать экспериментам, где применялся прямоугольный импульсный ток частотой 700 гц.

Непосредственно связанной с электрическим наркозом можно считать только смерть собаки Жульки. Смерть остальных 3 собак косвенно связана с электронаркозом, так как еще до начала опытов у них отмечалась гипертермия (40° С и выше), которая усиливалась во время экспериментов, достигая 41—42,1° С (в прямой кишке).

При микроскопическом исследовании цнс погибших собак было обнаружено резкое полнокровие сосудов мозга, выраженные дистонические изменения их в виде неравномерной извитости коллабированных стенок в сочетании с участками резкого спазма, периваскулярный и перицеллюлярный отеки, множественные разнокалиберные периваскулярные кровоизлияния в стволовом отделе мозга и в области больших полушарий головного мозга, гидropическая дистрофия нейронов.

ВЫВОДЫ

1. Прямоугольный импульсный ток может быть использован для получения электронаркоза. Наиболее оптимальными из полученных являются длительность импульса 0,24 м/сек. и частота 700 гц при битемпоральном расположении электродов. Однако резкой границы между частотой 700 и 980 гц отметить не удается.

2. Быстрый режим подачи сразу ориентировочно-наркотической дозы тока с последующей корректировкой по состоянию животного, позволяющий получить электронаркоз в более короткие сроки и достичь более ровного его течения, имеет несомненные преимущества перед медленным режимом с постепенным доведением начальной дозы тока до наркотической.

3. Получаемая при чистом электронаркозе глубина обезболивания (обычно стадия анальгезии по Артузио — 1—3-й уровень) позволяет проводить оперативные вмешательства. Однако желательно углубление получаемого при чистом электронаркозе обезболивания и снятие его отрицательных проявлений.

4. Изменения со стороны пульса, АД, дыхания при медленном режиме менее выражены и отличаются непостоянством. При быстром режиме в ответ на первую подачу тока наблюдаются более резкие колебания АД, нарушение частоты и ритма сердцебиений, дыхания, однако они быстро нормализуются и затем периодически колеблются в течение опыта. В целом нарушения со стороны дыхания выражены больше и проявляются в аритмии, затрудненном выдохе, задержке дыхания. Как правило, при электронаркозе отмечается повышение ректальной температуры на 0,2—2,5° С.

5. При чистом электронаркозе, вызванном прямоугольным импульсным током частотой 700—980 гц без дополнительной постоянной составляющей, не наблюдается изменений в количестве лейкоцитов. В лейкоцитарной формуле может иметь место нейтрофильный сдвиг за счет сегментоядерных нейтрофилов.

6. Колебания биохимических показателей в течение электронаркоза выражены в разной степени, но в целом не носят затяжного характера, и нормализация наступает в первые часы или дни после опытов.

7. Преимущественно в стволовом отделе мозга и в коре больших полушарий были обнаружены разной степени выраженности дисциркуляторные и дистрофические, а иногда некробиотические изменения, которые у погибших животных достигали значительных степеней.

ЛИТЕРАТУРА

1. Амосов Н. М. Вестн. хир. им. Грекова, 1963, 4.—2. Ананьев М. Г., Голубева И. В., Гурова Е. В., Кашевская Л. А., Левицкая Л. А., Худый Ю. Б. Экспер. хир., 1957, 4.—3. Ананьев М. Г., Худый Ю. Б., Гурова Е. В., Голубева И. В., Левицкая Л. А., Кашевская Л. А., Кондратьева Н. И. В кн.: Новые хирургические аппараты и инструменты и опыт их применения. Медгиз, М., вып. 1, 1957.—4. Джавадян Н. С., Банникова Н. Г., Николаева В. В. В кн.: Мат. XIV конф. физиологов Юга РСФСР. Краснодар, 1962.—5. Жуковский В. Д. Применение интерференционных токов в комбинированном обезболивании при хирургических операциях. Автореф. канд. дисс., 1964.—6. Жуковский В. Д., Меньшиков В. В., Сачков В. И., Усватова И. Я. Экспер. хир. и анестез., 1965, 1.—7. Кузин М. И., Жуковский В. Д., Сачков В. И. Экспер. хир. и анестез., 1963, 5.—8. Ливенцев Н. М. Изучение некоторых реакций организма при действии импульсным током на цнс (электронаркоз и электросон). Автореф. докт. дисс., М., 1952.