

Новый подход для оценки глубины наркоза при хирургических вмешательствах

Мунассар М. А.¹, Аль-Гаили М.А.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Соснило А. И.¹

¹Университет ИТМО

² Санкт-Петербургский государственный университет

Аннотация: в работе рассмотрены новый подход для классификации состояний анестезии, основан на анализе параметров ЭЭГ, вычисляемых как в частотной, так и во временной областях. Выявлено влияние анестезирующих препаратов на изменение сигнала ЭЭГ у пациента во время операции. В данном исследовании выбран определенный набор показателей, используемых для оценки уровней наркоза.

Ключевые слова: Анестезия, Электроэнцефалограмма, интраоперационная осведомленность, медицинская технология, доза анестетика.

Введение

В настоящее время задача разработки и внедрения современных, и более передовых медицинских систем для мониторинга динамики функционального состояния пациента при анестезии является актуальной. Ошибочная корректировка дозы анестетика приведет либо к недостаточной анестезии, либо к передозировке, что представляет серьезную угрозу для жизни пациента. Опасным вариантом является ситуация неожиданного перехода пациента в периоде операционного вмешательства в состояние бодрствования, что известно как интраоперационная осведомленность. Системы наблюдения за состоянием анестезии должны гарантировать надёжность контроля наркоза при хирургических манипуляциях. Основной задачей перед анестезиологом является обеспечение подходящих доз анестетика, гарантирующих избежание интраоперационного пробуждения которого может привести к тяжелым психологическим последствиям для пациентов. Соответственно анестезиолог должен уметь точно рассчитывать и корректировать дозу анестетика с учетом динамики функционального состояния пациента. Поэтому создание и реализация новых методов и систем точного определения глубины наркоза в ходе оперативных вмешательств является актуальной задачей.

Система мониторинга глубины наркоза нужна не только для гарантии нормального уровня анестезии, так и во избежание случаев, опасных для жизни и здоровья оперируемого. В настоящее время для определения глубины наркоза используется огромное количество различных методов и средств. Тем не менее, проблема правильной оценки состояния пациента под наркозом далека от окончательного решения, несмотря на успешные достижения в данной области.

Одним из альтернативных подходов к проведению объективного анализа глубины анестезии является изучение активности головного мозга человека, в связи с тем, что на центральную нервную систему (ЦНС) оказывается сильное воздействие анестезирующих веществ. Сигналы электроэнцефалограммы (ЭЭГ) несут очень полезную и важную информацию о работоспособности головного мозга и о процессах в нем, поэтому весьма перспективным выглядит создание систем мониторинга глубины анестезии для клинических целей на основе анализа ЭЭГ.

Результаты

В нашем исследовании для оценки состояния наркоза на основе частотного и спектрального анализа ЭЭГ был сформирован определенный ряд показателей ЭЭГ: RBR –логарифм отношения суммы мощностей (RBR_1 , RBR_2 и RBR_3), Спектральная краевая частота (SEF_{95}), Burst Suppression Ratio (BSR), Показатель спектральной энтропии SE . Алгоритмы расчета параметров RBR_1 , RBR_2 , RBR_3 и SE , были усовершенствованы и оптимизированы.

Для проведения нашего эксперимента в качестве исходных данных применялся набор из 224 записей ЭЭГ от 28 реальных пациентов во время проведения операций при частоте

дискретизации – $f_s = 500$ Гц, длительность каждой записи составляет 40 с. Данные были зарегистрированы с электродов, размещенных на лбу пациента во время операционной манипуляции. В данном наборе представлено равное количество записей (по 56) для четырёх разных состояний наркоза, согласно показаниям контрольного прибора (BIS -монитора) 90, 20, 60 и 80. Эти состояния соответствуют определенному этапу наркоза: BIS = 90 – бодрствование непосредственно до подачи анестезирующего средства; BIS = 20 – Глубокая анестезия; BIS = 60 – состояние незадолго до пробуждения; BIS = 80 – состояние сразу после пробуждения. В результате нашего исследования был применен новый метод классификации состояний наркоза, основан на линейный дискриминантный анализ вышесказанных параметров. Было доказано, что разделяющая способность имеет относительно низкая при анализе данных показателей по отдельности, поскольку полученные значения критерия Фишера J невелики. На втором этапе нашего эксперимента показано, что значения J растет для всех состояний при увлечении комбинаций анализируемых параметров. Другими словами разделяющая способность для всех состояний достигает более высоких значений при анализе всех шести показателей одновременно. Были определены диапазоны частот сигнала ЭЭГ, в которых они принимают максимальную разделяющую способность. алгоритм вычисления были реализованы на платформе MATLAB.

Заключение

Проанализировав основные алгоритмы и методы по оценке состояния пациента при общем наркозе следует, что существующие на сегодняшний день способы и методы наблюдения за динамикой наркоза во время операции имеют следующую общую особенность: не выдают достаточную адекватную оценку уровня анестезии, что является важным моментом во время хирургических вмешательств, так как внезапный переход пациента в состояние пробуждения может привести серьезную угрозу для жизни пациента. Данной ситуации можно избежать с помощью усовершенствования существующих методов и разработки новых систем, обладающих возможностью непрерывного наблюдения за уровнем наркоза в реальном масштабе времени, оптимальным вариантом решения поставленной задачи является использование автоматического анализа сигнала электроэнцефалограммы в режиме онлайн. Разработанный алгоритм оценки глубины наркоза на основе линейного дискриминантного анализа доказал свое превосходство при анализе больше параметров ЭЭГ вместе, чем их по отдельности.

Мунассар М. А. (автор)

Аль-Гаили М.А. (соавтор)

Соснило А. И.(научный руководитель)
