

*От редакции*

Проблема прогнозирования исходов тяжелых повреждений всегда была интересна. К сожалению, информативность большинства предложенных критериев оказалась весьма низкой, а главное низко воспроизводимой. На сегодняшний день наиболее полезными признаны данные лучевой диагностики и клинического статуса, в том числе значения шкалы Глазго. Среди нейрофизиологических показателей довольно высокую ценность имеют вызванные потенциалы и транскраниальная доплерография. Работ по электроэнцефалографии становится все меньше из-за высокой неспецифичности этого метода. Основная точка приложения у ЭЭГ — диагностика патологической биоэлектрической активности. Для отдаленного прогноза при вегетативном состоянии ЭЭГ имеет значение только при условии точного мониторинга циркадных ритмов. Несмотря на невысокую актуальность ниже приведенная работа представляет интерес как пример использования математических методов построения прогноза в практике нейрореаниматологии.

## Комплексная оценка состояния больного с черепно-мозговой травмой методом обобщенного параметра

А. Г. Сафина, Л. Б. Новикова, Ш. М. Сафин, В. Е. Гвоздев, Р. Р. Галеев

Башкирский Государственный медицинский университет, г. Уфа.  
Уфимский Государственный авиационный технический университет.

### Введение

В России, как и в других странах, нейро-травма относится к числу важнейших проблем здравоохранения и медицины, имеющих огромное социально-экономическое значение. В общей структуре травматизма повреждения центральной нервной системы составляют до 40%, а среди причин летальных исходов и инвалидизации населения, наступивших вследствие тяжелой черепно-мозговой травмы (ЧМТ) они выходят на первое место. При этом преимущественно страдает наиболее активный в социальном, трудовом отношении контингент лиц до 50 лет. Изложенное определяет государственное значение медицинских, социальных и экономических аспектов борьбы с ЧМТ и ее последствиями.

**Целью** исследования является определение интегральных показателей нейрофизиологического контроля у больных с тяжелой ЧМТ путем разработки математической модели на основе разноименных и разнотипных частных характеристик состояния.

### Материал и методы

Теоретической основой метода является формальное рассмотрение больного, состояние которого характеризуется совокупностью разноименных и разнотипных признаков.

Среди учитываемых показателей включены ЭЭГ-признаки: полиритмия, реактивность, изменчивость, региональные различия, пароксизмальная активность. Эти признаки являются бивариантными и могут принимать значения «плюс единица/минус

единица» (в дальнейшем будут использоваться обозначения «плюс/минус»). Вторым показателем явилась количественная оценка состояния больного по шкале комы Глазго.

При каждом обследовании больного формировался вектор  $\{\pi_r\}$  первые пять компонентов которого ( $r=1,2,\dots,5$ ) составляют бивариантные ЭЭГ-признаки, шестая компонента ( $r=6$ ), баллы, определяемые по шкале комы Глазго. Интегральное оценивание состояния больного может быть сведено к конструированию обобщенного показателя состояния (ОПС):

$$A: \{\pi_r^{(k)}\} \rightarrow \text{ОПС}^{(k)}, \quad (1)$$

что позволяет в дальнейшем свести анализ динамики состояния больного к оперированию с  $\text{ОПС}^{(k)}$  ( $k=1, 2, 3, \dots$ ).

Здесь  $A$  — оператор, свертки, ставящий в соответствие измеряемому множеству признаков  $\{\pi_r^{(k)}\}$  значение вещественной переменной  $\text{ОПС}^{(k)}$ . Следует отметить, что разные методики конструирования обобщенных (интегральных) показателей состояния сложных объектов по совокупности измеряемых признаков давно и успешно применяются при решении задач, связанных с оцениванием текущего и прогнозных состояний технических систем [2], а также многофакторного анализа клинических и лабораторных данных [1], признаков ЭЭГ [5]. Известные подходы к конструированию оператора свертки основаны на предположении, что все компоненты измеряются  $\{\pi_r^{(k)}\}$  в количественной шкале, хотя могут иметь разный масштаб измерения.

В случае анализа состояния больного имеет место ситуация, когда признаки измеряются в разнотипных шкалах. Потому первым шагом конструирования ОПС является преобразование измеряемых признаков к одинаковым единицам измерения. Для реализации этого предлагается следующая схема. Учитывая, что все ЭЭГ-признаки равнозначны для вынесения заключения о состоянии больного, то при каждом обследовании рассчитывается доля признаков, которым ставится в соответствие «плюс». Таким образом, результатом каждого обследования является вещественное число (нормированный ЭЭГ-признак  $\text{ЭЭГ}^{(n)}$ ), которое дискретно изменяется в диапазоне от нуля (всем исходным признакам соответствует «минус») до единицы (все исходным ЭЭГ-признакам соответствует «плюс»).

**Пример 1.** Допустим, в результате обследования больного зарегистрированы следующие значения ЭЭГ-признаков:

Полиритмия	+
Реактивность	-
Изменчивость	+
Региональные различия	+
Пароксизмальная активность	-

В данном случае соответствие значение  $\text{ЭЭГ}^{(n)}$  равно 0,6 (число признаков, имеющих значение «плюс» — три; общее число ЭЭГ-признаков — пять).

Значение признака по шкале комы Глазго (ШКГ) могут быть в диапазоне от нуля баллов ( $\text{ШКГ}^{(\min)}$ ) до пятнадцати баллов ( $\text{ШКГ}^{(\max)}$ ). Для того, чтобы сделать этот признак сопоставимым с ЭЭГ(н), проведены следующие преобразования по правилу:

$$\text{ШКГ} = \frac{\text{ШКГ}}{\text{ШКГ}^{(\max)} - \text{ШКГ}^{(\min)}}, \quad (2)$$

Таким образом, обеспечивается единый масштаб изменения ЭЭГ и ШКГ.

**Пример 2.** Допустим, в результате обследования больного зарегистрировано значение ШКГ=3 балла. В соответствии с (2) определяется следующее значение:

$$\text{ШКГ}^{(n)} = 3/15 = 0,2$$

Вторым шагом конструирования ОПС является выбор структуры оператора свертки **A**. В упомянутой литературе описано достаточно много формальных схем для конструирования **A** [2]. Вместе с тем, исходя из того, что для отдельного больного число обследований ограничено (в терминологии математической статистики имеет место «малая выборка» признаков), а также учитывая то, что расчетная схема должна быть простой в практическом применении, можно сделать заключение о нецелесообразности использования в качестве **A**

сложных конструкций. В качестве ОПС предлагается использовать линейную свертку вида:

$$\text{ОПС} = \alpha_1 * \text{ЭЭГ}^{(n)} + \alpha_2 * \text{ШКГ}^{(n)}, \quad (3)$$

причем весовые коэффициенты удовлетворяют условию  $\alpha_1 + \alpha_2 = 1$ . Следует отметить, что при этом диапазон возможных значений ОПС составляет  $0 \leq \text{ОПС} \leq 1$ . При назначении весовых коэффициентов предлагается следовать известному принципу максимальной неопределенности: если никакому из анализируемых признаков априорно нельзя отдать предпочтения, то их следует считать равными. В рассматриваемом случае  $\text{ЭЭГ}^{(n)}$  и  $\text{ШКГ}^{(n)}$  одинаково важны с точки зрения анализа состояния больного. В силу этого им целесообразно присвоить одинаковые значения  $\alpha_1 = \alpha_2 = 0,5$ .

Следует также отметить, что предлагаемая схема расчета ОПС позволяет дать достаточно понятную интерпретацию получаемым результатам: чем ближе ОПС к единице, тем более благоприятная оценка состояния больного.

**Пример 3.** Допустим, что по результатам обследования зарегистрированы следующие значения ЭЭГ-признаков:

Полиритмия	+
Реактивность	-
Изменчивость	+
Региональные различия	+
Пароксизмальная активность	-

Тому же обследованию соответствует ШКГ=3.

Проведя расчеты по описанным выше схемам, получаем:  $\text{ЭЭГ}^{(n)} = 0,6$ ;  $\text{ШКГ}^{(n)} = 0,2$ . Значение ОПС составит:

$$\text{ОПС} = \alpha_1 * \text{ЭЭГ}^{(n)} + \alpha_2 * \text{ШКГ}^{(n)} = 0,5 * 0,6 + 0,5 * 0,2 = 0,4$$

Следует отметить, что предлагаемая схема комплексной оценки состояния больного по совокупности признаков, измеряемых в разнотипных шкалах, является достаточно простой в вычислительном плане и не требует применения специальных компьютерных программ.

## Результаты исследования

В основу настоящей работы положены результаты обследования и лечения 104 пациентов, перенесших тяжелую черепно-мозговую травму с 1996 по 2006 гг. Мониторинг ЭЭГ в полном объеме мы проводили с 2000 года на базе реанимационного отделения республиканского нейрохирургического центра г. Уфы. Больным проводилось от 1 до 8 ЭЭГ исследований. ЭЭГ исследования выполнялись в условиях реанимационного отделения на портативном цифровом электроэнцефалографе «Pegasus» и «Alliance» фирмы (EME-Nicolet, США), по стандартной методике. Всего было обследовано 117 больных с тяжелой черепно-мозговой

Рисунок 1. Динамика ОПС для больных, вышедших из комы

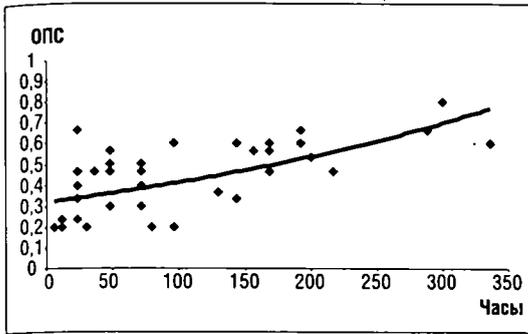
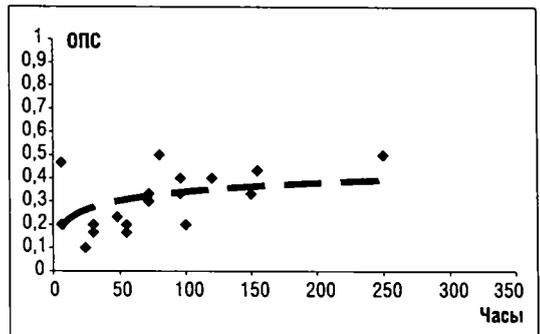


Рисунок 2. Динамика ОПС для больных в вегетативном состоянии



травмой, но только у 104 из них регистрация ЭЭГ была технически удовлетворительной. Помимо этого проводились клинические исследования, обязательные для отделения интенсивной терапии, а также КТ головного мозга, ТКДГ, УЗДГ, ангиография сосудов головного мозга.

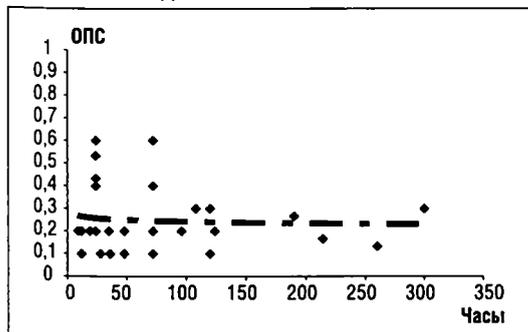
Обследование больных проводилось в разные сроки после получения черепно-мозговой травмы. На конечном этапе исследования мы стремились максимально приблизить нейрофизиологические исследования к моменту получения травмы.

Были выделены три группы пострадавших с тяжелой ЧМТ в зависимости от исхода: выход из комы, летальный исход, вегетативное состояние. У всех пациентов уровень сознания оценивался по шкале комы Глазго и был в пределах от 3 до 9 баллов при поступлении. Средний возраст составил  $45,6 \pm 29,4$ . Мужчин — 84, женщин — 20.

По контролируемым признакам ШКГ и ЭЭГ были составлены таблицы, на основании которых в последующем были рассчитаны ОПС.

Для исследования изменения состояния ОПС во времени и исхода ЧМТ для различных групп пациентов (вышедших из комы; в вегетативном состоянии; с летальным исходом)

Рисунок 3. Динамика ОПС при летальном исходе

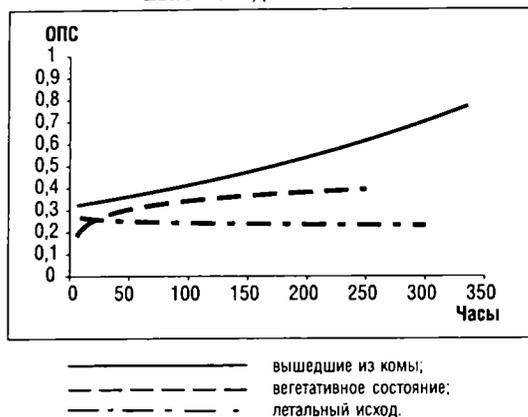


каждому обследованию отдельного пациента было поставлено в соответствие время обследования. В итоге были получены таблицы совместно наблюдаемых значений («время исследования» — «значение ОПС») для каждой из групп пациентов. По полученным значениям были построены уравнения регрессии (рис. 1-4). Полученные уравнения позволяют заключить, что в случаях выхода из комы отмечается положительная динамика ОПС. Обратная картина наблюдается при летальном исходе. В группе пациентов в вегетативном состоянии ОПС слабо зависит от времени.

Необходимо отметить, что при исследовании динамики ОПС наблюдались «точки излома» (точки изменения характера тенденции). У больных вышедших из комы — в сторону возрастания ОПС, а в случаях летального исхода в сторону убывания. Для больных с вегетативным состоянием наблюдались так называемые «поворотные точки», соответствующие «пикам» и «впадинам» (рис. 5-7). Точки излома в последующем или одновременно сигнализировали об изменении течения патологического процесса. Проведение дополнительных исследований мозгового кровотока, нейровизуализации (ТКДГ, церебральной ангиографии, КТ) позволили уточнить причины отрицательной динамики. В частности, это позволило выявить бассейны церебрального вазоспазма, развитие ишемического отека, повторные кровоизлияния, гидроцефалию. Принятие адекватных тактических решений позволило восстановить «благоприятное» течение травматического процесса.

Комплексная оценка состояния больных при первичном исследовании позволяет интегрально характеризовать функциональное состояние мозга и уровня сознания и предположить варианты развития повреждений мозга по принципу «благоприятное — неблагоприятное» течение. Это так называемый оперативный прогноз. Прогнозирование исхода комы

Рисунок 4. Сравнительная динамика ОПС для больных вышедших из комы, в вегетативном состоянии, с летальным исходом



подразумевает проведение нескольких исследований и сопоставление с предыдущими исследованиями. При этом достоверная точность тем выше, чем больше накоплен объем ретроспективных данных. Следует подчеркнуть, что предложенный подход к комплексному исследованию состояния больных на основе совокупности контролируемых признаков может быть распространен на случаи другого состава разнотипных частных характеристик состояния.

## Обсуждение

Течение тяжелой ЧМТ может быть вариабельным. При этом исход во многом зависит от развития вторичных повреждающих факторов [4, 5, 6, 13]. Имеющиеся стандарты интенсивной терапии пациентов с тяжелой ЧМТ позволили значительно сократить летальность и инвалидизацию. В основном это произошло за счет снижения осложнений связанных с внемозжечковыми повреждающими факторами. Своевременная диагностика и профилактика ранних интрацеребральных осложнений является ос-

новой современной нейротравматологии [3, 10, 11, 15, 16]. Многочисленные исследования убедительно показали, что нейрофизиологический контроль при тяжелой ЧМТ является одним из ключевых показателей в решении этой проблемы [8, 10, 11, 16]. Однако в настоящее время ЭЭГ и другие нейрофизиологические методы в основном носят констатирующий характер и в лучшем случае проводятся при поступлении, а также для подтверждения терминальной комы.

Метод, предлагаемый в данной работе, основан на анализе ретроспективных данных и сопоставлении с известным исходом. Совпадение исхода и тенденции ОПС доказывает состоятельность и полезность мониторингов функционального состояния мозга. Алгоритм нейрофизиологического контроля подразумевает исследования по принципу «от простого к сложному» и «от менее затратных к более затратным». Кроме этого, исследования последних лет показывают необходимость как можно более раннего включения в комплексное лечение программы стимуляции комы, что не может осуществляться без ЭЭГ мониторинга [10, 12, 17]. ЭЭГ-контроль также необходим при назначении ряда препаратов. Примером этого является противосудорожная терапия у коматозных больных с бессудорожными припадками [9, 14, 17].

Важно учитывать, что нарушения ЭЭГ имеют различную значимость в разные сроки после ЧМТ. При одинаковых изменениях ЭЭГ в первые сутки и через 7-10 дней, второе исследование вызывает больше опасений. Продолжительность комы является менее ценным прогностическим признаком, чем эволюция определенных черт ЭЭГ в разные сроки комы. Клиническая оценка и детальный неврологический осмотр недостаточны для объективной оценки состояния больного. ЭЭГ обеспечивает возможность исследования функционального состояния мозга больного на любом этапе. Ска-

Рисунок 5. Динамика ОПС больного, вышедшего из комы

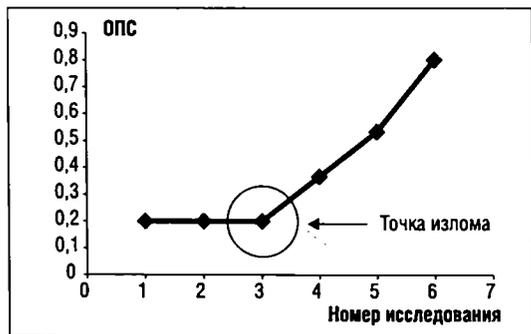


Рисунок 6. Динамика ОПС при летальном исходе

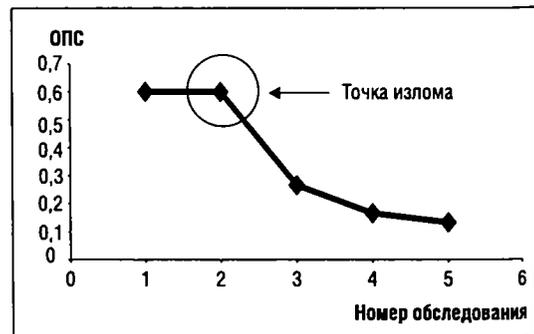
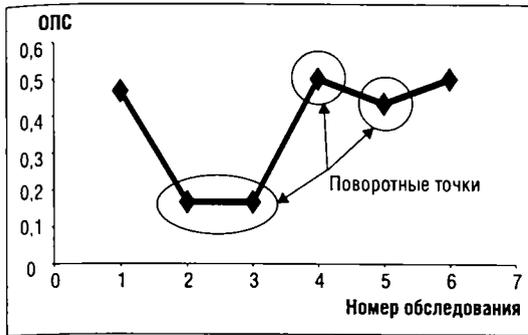


Рисунок 7. Динамика ОПС при вегетативном состоянии больного



званное делает обоснованным надежды, которые неврологи, нейрохирурги и реаниматологи вправе возлагать на ЭЭГ как на метод исследования, который может серьезно помочь в определении динамики состояния больного и эффективности реанимационных мероприятий.

#### От редакции

Публикуемая работа относится к разделу уникальных исследований. Даже в зарубежной литературе, где проблема наследственной детерминированности цереброваскулярных заболеваний представлена широко, нет аналогов приведенному ниже исследованию. Авторы призывают к очень внимательному анализу семейного анамнеза пациентов с выявленными аневризмами сосудов головного мозга, что может иметь чрезвычайное значение для первичной профилактики инсульта и кардиоваскулярных катастроф у членов их семей.

## Артериальная гипертензия, головные боли, инсульты, ИБС и внезапная смерть у родственников I степени родства больных с интракраниальными аневризмами

Е. Р. Лебедева, В. П. Сакович

Уральская государственная медицинская академия, МО «Новая больница»

#### Резюме

Задачей нашего исследования было сравнить при исследовании родословных частоту сосудистой патологии у родственников I степени родства ( $P_{ICTP}$ ) пациентов с интракраниальными аневризмами (ИА) по сравнению с  $P_{ICTP}$  контроля. Родословные были собраны при интервью у 194 пациентов с ИА (94 — мужчины и 100 — женщины) и у 193 равных

#### Выводы

1. Определение ОПС на основе ШКГ и ЭЭГ признаков позволяет контролировать состояние больного, перенесшего тяжелую ЧМТ в условиях интенсивной терапии.

2. Изменение графика ОПС, появление «точек излома» требует дополнительных исследований для исключения вторичных повреждающих факторов.

3. Кривая ОПС может служить прогностическим критерием исхода комы при тяжелой черепно-мозговой травме.

#### Литература

1. Белкин А.А. Мониторинг коматозных состояний методом отдаленного прогноза: автореф. ... дис. канд. мед. наук. — Екатеринбург, 1993: 17.
2. Гаскаров Д.В., Голикевич Т.А., Мозгалецкий А.В. Прогнозирование технического состояния и надежности радиоэлектронной аппаратуры, под ред. Т.А. Голикевича. М.: «Сов. Радио», 1974: 224.
3. Гриндель, О.М. Электроэнцефалограмма человека при черепно-мозговой травме. М.: Наука, 1988: 200.

Полный список литературы см. на сайте [www.urmj.ru](http://www.urmj.ru)

Е. Р. Лебедева — к.м.н., МО «Новая Больница».

В. П. Сакович — проф., д.м.н., зав. кафедрой нервных болезней и нейрохирургии Уральской Государственной Медицинской Академии, Заслуженный врач России.

по полу и возрасту пациентов контроля. При этом использовалась вся имеющаяся медицинская документация о  $P_{ICTP}$ . Мы включили в исследование только родственников I степени родства с полной о них информацией: 1011  $P_{ICTP}$  больных с аневризмами и 812  $P_{ICTP}$  лиц контрольной группы.

Результаты нашего исследования показали, что сосудистая патология превалировала в семьях больных с аневризмами. Частота всех инсультов у  $P_{ICTP}$  больных с ИА была в 2,5 раза выше, а кровоизлияний — в 3,7 раза выше, чем у  $P_{ICTP}$  контроля. Разрыв аневризм произошел у 0,9%  $P_{ICTP}$  больных с ИА. Частота