

DOI: 10.56871/MTP.2023.17.16.021

УДК 616.831-005.4-036.12-092.6-089+612.82

МОНИТОРИНГ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ГОЛОВНОГО МОЗГА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ХИРУРГИЧЕСКОГО МЕТОДА ЛЕЧЕНИЯ В ОСТРЕЙШЕМ ПЕРИОДЕ ИШЕМИЧЕСКОГО ИНСУЛЬТА

© Ирина Владимировна Стафеева¹, Иван Петрович Дуданов^{1, 2, 3}¹ Городская Мариинская больница. 191014, Российская Федерация, Санкт-Петербург, Литейный пр., д. 56² Петрозаводский государственный университет. 185910, Российская Федерация, Республика Карелия, г. Петрозаводск, пр. Ленина, д. 33³ Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет. 194100, Российская Федерация, Санкт-Петербург, Литовская ул., д. 2**Контактная информация:** Ирина Владимировна Стафеева — д.м.н., врач высшей категории, врач отделения функциональной диагностики. E-mail: istafeeva@inbox.ru ORCID ID: 0000-0002-2172-6113**Для цитирования:** Стафеева И.В., Дуданов И.П. Мониторинг функционального состояния головного мозга при использовании хирургического метода лечения в острейшем периоде ишемического инсульта // Медицина: теория и практика. 2023. Т. 8. Спецвыпуск. С. 31–36. DOI: <https://doi.org/10.56871/MTP.2023.17.16.021>

Поступила: 19.06.2023

Одобрена: 27.07.2023

Принята к печати: 09.11.2023

РЕЗЮМЕ: Введение. В настоящее время активно обсуждаются преимущества хирургического лечения перед консервативными методами у пациентов с гемодинамически значимым сужением сонных артерий. Основными дискуссионными вопросами сегодня являются время от начала инсульта до проведения операции и критерии отбора пациентов для выполнения хирургического вмешательства. В последние годы наибольшую актуальность приобрели нейрофизиологические методы исследования спонтанной и вызванной активности головного мозга, которые способны выявить функциональные нарушения, имеющие важное прогностическое значение. **Цель исследования** — изучение динамики спектральных показателей электроэнцефалографии (ЭЭГ) и показателей соматосенсорных вызванных потенциалов у больных ишемическим атеротромботическим инсультом различной степени тяжести, которым в острейшем периоде была выполнена каротидная эндартерэктомия на стороне инфаркта. **Материалы и методы.** Обследованы 105 пациентов с ишемическим инсультом, которым в острейшем периоде была выполнена каротидная эндартерэктомия. Анализировали динамику спектральные характеристики ЭЭГ и амплитудно-латентные показатели соматосенсорных вызванных потенциалов в послеоперационном периоде. Сопоставляли динамику спектров мощности, латентности и амплитуды соматосенсорных вызванных потенциалов и клинических показателей. **Результаты исследования.** Показано, что значительное угнетение мощности альфа-активности на стороне обоих полушарий, снижение амплитуды N20-P23 на стороне клинически интактного полушария в период до 3 недель после операции определяет более длительное восстановление неврологического дефицита в послеоперационном периоде.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ишемический инсульт, электроэнцефалография, каротидная эндартерэктомия, спектры мощности, соматосенсорные вызванные потенциалы.

MONITORING THE FUNCTIONAL STATE OF BRAIN WHEN USING SURGICAL TREATMENT IN THE ACUTE PERIOD OF ISCHEMIC STROKE

© Irina V. Stafeeva¹, Ivan P. Dudanov^{1, 2, 3}¹ City Mariinsky Hospital. 191014, Russian Federation, Saint Petersburg, Liteiny pr., 56² Petrozavodsk State University, 185910, Russian Federation, Republic of Karelia, Petrozavodsk, Lenin Ave., 33³ Saint Petersburg State Pediatric Medical University. 194100, Russian Federation, Saint Petersburg, Lithuania, 2

Contact information: Irina V. Stafeeva — Doctor of Medicine Sciences, doctor of the highest category, doctor of the department of functional diagnostics. E-mail: istafeeva@inbox.ru ORCID ID: 0000-0002-2172-6113

For citation: Stafeeva IV, Dudanov IP. Monitoring the functional state of brain when using surgical treatment in the acute period of ischemic stroke. *Medicine: theory and practice* (St. Petersburg). 2023;8(Supplement):31-36. DOI: <https://doi.org/10.56871/MTP.2023.17.16.021>

Received: 19.06.2023

Revised: 27.07.2023

Accepted: 09.11.2023

ABSTRACT: Introduction. We discuss now the benefits of surgical treatment to conservative methods in patients with hemodynamically significant stenosis of the carotid arteries. The principal discussion problem at present are the time from the onset of the stroke to the operation and the criteria for selecting patients for the surgical intervention. Now the greatest relevance are neurophysiological research methods spontaneous and evoked brain activity that are able to detect functional abnormalities with important prognostic value. **The purpose** of this study was to study the dynamics of the spectral EEG indices and somatosensory evoked potentials in patients of varying severity with ischemic atherothrombotic stroke, who underwent carotid endarterectomy on the side of the infarction in the acute period. **Material and methods.** In 105 patients with ischemic stroke, who underwent carotid endarterectomy in an acute period, spectral EEG characteristics and amplitude-latent indicators of somatosensory evoked potentials were analyzed. **Research results.** They compared the dynamics of power spectra EEG, latency and amplitude of somatosensory evoked potentials and clinical indices. A significant inhibition of alpha activity on the side of both hemispheres, and amplitude of N20-P23 on the side of the clinically intact hemisphere in the period up to 3 weeks after the operation determines a longer recovery of the neurologic deficit in the postoperative period.

KEY WORDS: ischemic stroke, electroencephalography, carotid endarterectomy, power spectra EEG, somatosensory evoked potentials.

ВВЕДЕНИЕ

Выполнение реконструктивных операций на сонных артериях в остром периоде позволяет расширить возможности реабилитации пациентов, перенесших ишемический инсульт (ИИ) [1–2, 5–6]. Задачами хирургического лечения являются профилактика повторных нарушений мозгового кровообращения и улучшение реабилитационного прогноза у пациентов. Основными дискуссионными вопросами сегодня являются время от начала инсульта до проведения операции и критерии отбора пациентов для выполнения хирургического вмешательства [3–4, 7–8].

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью настоящего исследования явилось изучение динамики спектральных показателей электроэнцефалографии (ЭЭГ) и показателей соматосенсорных вызванных потенциалов у больных ишемическим атеротромботическим инсультом, которым в остром периоде была выполнена каротидная эндартерэктомия на стороне инфаркта.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В основу работы положены результаты обследования 105 пациентов с первым в анамнезе нарушением мозгового кровообращения по ишемическому типу атеротромботического генеза с полушарной локализацией инфаркта. Всем пациентам в течение 2 недель от начала заболевания была выполнена каротидная эндартерэктомия. Среди них было 64 мужчины (60,9%) и 41 женщина (39,1%). Средний возраст — $69,14 \pm 7,4$ года. Левополушарная локализация очага ишемии наблюдалась у 29 (53,7%) человек, правополушарная локализация — у 25 (46,3%) человек. Суммарный балл по шкале NIHSS в сутки составил $12,4 \pm 2,7$. Средняя величина стенозирующего поражения внутренней сонной артерии на стороне инфаркта составила $81,2 \pm 3,1$.

При определении показаний к операции на сонных артериях руководствовались известными положениями: диагноз «ишемический инсульт»; отсутствие данных за геморрагический инсульт; очаг ишемии по данным СКТ или МРТ головного мозга, не превышающий 1/3 области полушарий (в среднем величина

очага составила $3,2 \pm 0,2$ см), кровоснабжаемого ипсилатеральной среднемозговой артерией; отсутствие грубого неврологического дефицита (non disabling — неинвалидизирующий инсульт), средний балл по шкале NIHSS не превышал 14 баллов; наличие гемодинамически значимого поражения экстракраниального отдела ипсилатеральной сонной артерии в виде стеноза более 60% просвета сосуда, и (или) признаки нестабильности и (или) изъязвления атеросклеротической бляшки; тромбоз ВСА, не распространяющийся на интракраниальный отдел ВСА. Противопоказанием к оперативному лечению были: выраженный отек головного мозга, стойкая артериальная гипертензия, плохо поддающаяся медикаментозной терапии, обширная зона ишемии головного мозга, тяжелые сопутствующие заболевания (недавно перенесенный инфаркт миокарда, признаки острой и хронической недостаточности внутренних органов) наличие пенумбры менее 50% от размера ишемического очага по данным перфузионной компьютерной томографии головного мозга.

Контрольную группу (группа сравнения) составили 50 пациентов с ишемическим инсультом, сопоставимых по возрасту, полу и тяжести неврологического дефицита. Все исследуемые были правшами. Для объективизации характера и динамики изменений неврологической симптоматики использовали шкалу NIHSS (National Institute of Health scale).

Для регистрации ЭЭГ использовали 19-канальный цифровой электроэнцефалограф-нейрокартограф фирмы Nicolet One (США). Для количественной оценки спектра мощности использовали программу «Нейрокартограф», которая позволяла рассчитать мощности для основных диапазонов частот ЭЭГ: дельта (0–4 Гц), тета (4–8 Гц), альфа-1 (8–10 Гц), альфа-2 (10–13 Гц), бета (13–30 Гц). Исследование соматосенсорных вызванных потенциалов (ССВП) выполняли на 4-канальном электронейромиографе с функциями исследования вызванных потенциалов мозга «Нейро-МВП-4» фирмы «Нейро-софт» (Россия). Вычисляли латентные периоды пиков N20, P23, N30, P45 и амплитуду N20-P23 пиков. Запись проводилась до операции и на 2, 7, 14, 21-сутки после операции.

Статистическая обработка данных проводилась при помощи пакета статистических программ S-Plus 2005 (Math Soft Inc.) с использованием методов непараметрической статистики. Для выявления достоверных различий между средними выборки использовались критерии Вилкоксона и Колмогорова.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В первые сутки после операции у пациентов данной группы выявлены достоверно более высокие ($p < 0,05$) показатели мощности спектра медленноволновой активности во всех областях обоих полушарий. Дельта-активность регистрировалась в обоих полушариях с преобладанием в лобно-центральных, центральных, теменных и височных отделах. Повышение тета-активности наблюдалось преимущественно в передних, центральных и теменных отделах обоих полушарий. Альфа-активность была дезорганизована с нарушением зональных различий. При количественном анализе отмечалось перераспределение мощности спектра альфа-активности с более низкими показателями мощности спектра в височно-затылочных отделах, преимущественно пораженного полушария. Бета-активность была распределена диффузно с некоторым преобладанием в лобно-центральных, центральных, теменных и лобно-височных отделах интактного полушария.

В динамике, на 7-е сутки после операции, отмечалось уменьшение медленноволновой активности, преимущественно тета-диапазона, в обоих полушариях с некоторым преобладанием ее в лобно-центральных, центральных, теменных и височных отделах пораженного полушария. Преимущественным изменением у больных в этот период было угнетение альфа-активности в обоих полушариях ($p < 0,05$). При этом наиболее выраженными были изменения альфа-2-активности. Показатели мощности спектра альфа-1-активности оставались прежними, за исключением лобно-височных отделов, где наблюдалось уменьшение показателей в обоих полушариях. Наблюдалось уменьшение бета-активности в обоих полушариях. Однако указанные изменения не были достоверными. К концу второй недели после операции выявлялось значительное уменьшение медленноволновой активности в обоих полушариях с преобладанием ее в пораженном полушарии по сравнению с предыдущим исследованием. Выявлено статистически значимое уменьшение ($p < 0,05$) мощности спектра тета-активности в лобно-центральных и дельта-активности в височном отделах пораженного полушария по сравнению с показателями 7-х суток. У альфа-активности наблюдалось некоторое пространственное перераспределение мощности спектра. Сохранялось общее угнетение альфа-активности в обоих полушариях, более выраженное на стороне очага поражения.

Отмечалось уменьшение альфа-1-активности в лобно-центральных, центральных и лобно-височных отделах пораженного и клинически интактного полушарий ($p < 0,05$).

К 21-м суткам послеоперационного периода наблюдалось дальнейшее уменьшение медленноволновой активности. Сохранялось некоторое преобладание медленноволновой активности на стороне очага, особенно выраженное в лобно-центральных и лобно-височных отделах, при количественном анализе выявлялось исчезновение межполушарной асимметрии. Выявлено достоверное ($p < 0,05$) уменьшение тета- и дельта-активности в лобно-центральных и лобно-височных областях в сравнении с предыдущим исследованием. У больных данной группы ЭЭГ в конце третьей недели послеоперационного периода характеризовалась менее выраженной медленноволновой активностью по сравнению с группой больных, которым операция не выполнялась.

Выявлены достоверные различия ($p < 0,05$) показателей мощности спектра тета-активности у пациентов этих групп в лобно-центральном, центральном, лобно-височном отделах пораженного полушария и в теменном, височно-затылочном, затылочном отделах интактного полушария, а также дельта-активности в височно-затылочной области интактного полушария. При этом к 21-м суткам отмечалось увеличение альфа-1-активности во всех отделах, за исключением затылочных. Наиболее выраженное ее увеличение наблюдалось в лобно-центральном, центральном и височном отделах пораженного полушария по сравнению с предыдущим исследованием. Изменения альфа-2-активности характеризовались увеличением ее в пораженном и интактном полушариях. Выявлялось возрастание бета-активности в обоих полушариях по сравнению с показателями 14-х суток, однако данные изменения не были достоверными.

В первые сутки после операции у пациентов с неврологическим дефицитом средней степени тяжести по шкале NIHSS, прооперированных в первые две недели от развития инсульта, отмечалось достоверное уменьшение латентности всех пиков, наиболее выраженное для N30 и P45 обоих полушарий, при этом изменения преобладали на стороне поражения ($p < 0,05$). Однако к концу первой недели послеоперационного периода наблюдалось статистически значимое увеличение латентности пиков P23, N30 и P45 на стороне поражения и пиков N20, N30 и P45 — на стороне клинически интактного полушария по сравнению с показателями

первых суток ($p < 0,05$). При этом увеличение показателей латентности пиков N30 и P45 по сравнению с показателями первых суток как на стороне поражения, так и на стороне клинически интактного полушария, сохранялись в течение первых двух недель после операции. На стороне клинически интактного полушария к концу второй недели после операции латентность пиков P23, N30 и P45 были выше по сравнению с контрольной группой ($p < 0,05$). К концу третьей недели послеоперационного периода отмечалось статистически значимое снижение латентности N20, P23, N30 и P45 на стороне поражения и латентности N30, P45 на стороне клинически интактного полушария по сравнению с показателями 7-х суток ($p < 0,05$). При этом показатели латентностей на стороне пораженного полушария были ниже, а на стороне клинически интактного полушария — выше (достоверно ниже для P45 ($p < 0,05$)) по сравнению с контрольной группой.

В первые сутки после операции отмечалось достоверное увеличение показателей амплитуды комплекса N20–P23 на стороне поражения ($p < 0,05$). К концу первой недели послеоперационного периода наблюдалось статистически значимое увеличение амплитуды как на стороне пораженного, так и на стороне клинически интактного полушария по сравнению с контрольной группой ($p < 0,05$). Однако к концу второй недели после операции отмечалось значительное снижение амплитуды как на стороне пораженного, так и на стороне клинически интактного полушария по сравнению с показателями первых суток после операции. При этом снижение амплитуды на стороне поражения было также достоверным и по сравнению с показателями 7-х суток после операции и показателями контрольной группой ($p < 0,05$). К концу третьей недели послеоперационного периода отмечалось увеличение показателей амплитуды на стороне пораженного полушария по сравнению с контрольной группой и первым сутками после операции ($p < 0,05$). Вместе с этим амплитуда комплекса N20–P23 на стороне клинически интактного полушария были ниже по сравнению с показателями контрольной группы ($p < 0,05$).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, редукция альфа-активности является важным функциональным признаком тяжести патологического процесса. Выявленное нами значительное угнетение мощности альфа-активности в период до трех недель

после операции является проявлением охранительного торможения активирующих влияний ствола головного мозга и ретикулярной формации на кору головного мозга, что определяет более длительное восстановление неврологического дефицита в послеоперационном периоде. Увеличение мощности спектра альфа-2-активности в конце третьей недели после операции у пациентов является, по-видимому, благоприятным прогностическим признаком для восстановления нарушенных функций и, вероятно, отражает активацию базисных регуляторных систем головного мозга, которые составляют мозг как единую интегральную систему.

При выполнении операции в течение первых двух недель после развития инсульта у пациентов с неврологическим дефицитом средней степени тяжести по шкале NIHSS, начиная с первых суток и в течение первой недели после операции, отмечалось увеличение амплитуды потенциала на стороне обоих полушарий. Это, по-видимому, является отражением улучшения кровоснабжения в зоне ишемии в первые сутки после операции, которое затем плавно перерастает в развитие легкого гиперперфузионного синдрома вследствие развития вазогенного отека головного мозга, вызывающего угнетение функциональной активности головного мозга. Регистрация дальнейшего увеличения латентности пиков N30 и P45 и снижение амплитуды комплекса N20–P23 как на стороне пораженного, так и на стороне клинически интактного полушария к концу второй недели, вероятно, также подтверждает эту теорию.

Только к концу третьей недели после операции, благодаря подключению компенсаторных механизмов, вероятнее, коллатерального кровоснабжения происходит нормализация основных показателей в виде снижения показателей латентности и увеличения амплитуды потенциала на стороне поражения. При этом на стороне клинически интактного полушария показатели латентности были выше, а показатели амплитуды — ниже по сравнению с группой контроля, что свидетельствует об «истощении» компенсаторного резерва. Патологические изменения соматосенсорных вызванных потенциалов в виде увеличения латентности N30, P45 и снижения амплитуды N20–P23 на стороне поражения являются более ранними динамическими показателями в послеоперационном периоде по сравнению с изменениями неврологического статуса и данными спектрально-когерентных показателей.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Информированное согласие на публикацию. Авторы получили письменное согласие пациентов на публикацию медицинских данных.

ADDITIONAL INFORMATION

Author contribution. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the study, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the article, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the study.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Consent for publication. Written consent was obtained from the patient for publication of relevant medical information within the manuscript.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дуданов И.П., Белинская В.Г., Жуков А.Е. и др. Активная реперфузия головного мозга в остром периоде ишемического инсульта. Изменение диагностического стандарта; Российский нейрохирургический журнал им. проф. А.Л. Поленова; 2015; T.VII (специальный выпуск): 17–19.
2. Дуданов И.П., Васильченко Н.О., Коблов Е.С. Хирургическое лечение стенозированных сонных артерий у пациентов с выраженным неврологическим дефицитом в остром периоде ишемического инсульта; Нейрохирургия; 2013; (2):18–24.
3. Лысиченкова О.В. Динамика функционального состояния мозга во время реконструктивных операций на брахиоцефальных артериях по данным интраоперационного мониторинга соматосенсорных вызванных потенциалов; Клиническая физиология кровообращения; (2):57–61.
4. Лысиченкова О.В. Определение группы риска церебральных интраоперационных осложнений при

реконструктивных операциях на брахиоцефальных артериях по данным исследования соматосенсорных вызванных потенциалов; Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия; 2010; 3,(1): 32–36.

5. Capoccia L, Sbarigia E, Speziale F, Toni D, Biello A, Montelione N, Fiorani P. The need for emergency surgical treatment in carotid-related stroke in evolution and crescendo transient ischemic attack; *Journal Vascular Surgery*; 2012; 55(6): 1611-7.
6. Crozier JE, Reid J, Welch GH, Muir KW, Stuart WP. Early carotid endarterectomy following thrombolysis in the hyperacute treatment of stroke; *British Journal Surgery*; 2011; 98(2): 235-8.
7. Fried S.J. Median nerve somatosensory evoked potential monitoring during carotid endarterectomy: does reference choice matter? *J Clin Neurophysiol*; 2014; 31(1): 55–57.
8. Malcharek MJ¹, Herbst V, Bartz GJ, Manceur AM, Gille J, Hennig G, Sablotzki A, Schneider G. Multimodal evoked potential monitoring in asleep patients versus neurological evaluation in awake patients during carotid endarterectomy — a single-centre retrospective trial of 651 patients; *Minerva Anesthesiol*; 2015; (6): 4-10.

REFERENCES

1. Dudanov I.P., Belinskaya V.G., ZHukov A.E. i dr. Aktivnaya reperfuziya golovnogo mozga v ostrejshe period ishemicheskogo insulta [Active brain reperfusion in the acute period of ischemic stroke]. *Izmenenie diagnosticheskogo standarta; Rossijskij neirohirurgicheskij zhurnal im. prof. A.L. Polenova*; 2015; T.VII (special'nyj vypusk): 17-19. (In Russian).
2. Dudanov I.P., Vasil'chenko N.O., Koblov E.S. Hirurgicheskoe lechenie stenozirovannyh sonnyh arterij u pacientov s vyrazhennym nevrologicheskim deficitom v ostrom periode ishemicheskogo insulta [Surgical treatment of stenosed carotid arteries in patients with severe neurological deficit in the acute period of ischemic stroke]; *Neirohirurgiya*; 2013; (2):18-24. (In Russian).
3. Lysichenkova O.V. Dinamika funkcional'nogo sostoyaniya mozga vo vremya rekonstruktivnyh operacij na brahiocefal'nyh arteriyah po dannym intaoperacionnogo monitoringa somatosensornyh vyzvannyh potencialov

[Dynamics of the functional state of the brain during reconstructive operations on brachiocephalic arteries according to intraoperative monitoring of somatosensory evoked potentials]; *Klinicheskaya fiziologiya krovoobrashcheniya*; (2):57–61. (In Russian).

4. Lysichenkova O.V. Opredelenie gruppy riska cerebral'nyh intraoperacionnyh oslozhenij pri rekonstruktivnyh operacijah na brahiocefal'nyh arteriyah po dannym issledovaniya somatosensornyh vyzvannyh potencialov [Determination of the risk group of cerebral intraoperative complications during reconstructive operations on brachiocephalic arteries according to the study of somatosensory evoked potentials]; *Kardiologiya i serdечно-sosudistaya hirurgiya*; 2010; 3,(1): 32–36. (In Russian).
5. Capoccia L, Sbarigia E, Speziale F, Toni D, Biello A, Montelione N, Fiorani P. The need for emergency surgical treatment in carotid-related stroke in evolution and crescendo transient ischemic attack [The need for emergency surgical treatment for carotid artery-related stroke in evolution and increasing transient ischemic attack; *Journal of Vascular Surgery*]; *Journal Vascular Surgery*; 2012; 55(6): 1611-7.
6. Crozier JE, Reid J, Welch GH, Muir KW, Stuart WP. Early carotid endarterectomy following thrombolysis in the hyperacute treatment of stroke [Early carotid endarterectomy after thrombolysis in the ultra-acute treatment of stroke; *British Journal of Surgery*]; *British Journal Surgery*; 2011; 98(2): 235-8.
7. Fried S. J. Median nerve somatosensory evoked potential monitoring during carotid endarterectomy: does reference choice matter? [Monitoring of the somatosensory evoked potential of the median nerve during carotid endarterectomy: does the choice of a reference matter?] *J Clin Neurophysiol*; 2014; 31(1): 55–57.
8. Malcharek MJ, Herbst V, Bartz GJ, Manceur AM, Gille J, Hennig G, Sablotzki A, Schneider G. Multimodal evoked potential monitoring in asleep patients versus neurological evaluation in awake patients during carotid endarterectomy — a single-centre retrospective trial of 651 patients [Multimodal monitoring of evoked potential in sleeping patients compared with neurological assessment in waking patients during carotid endarterectomy — a single-center retrospective study involving 651 patients]; *Minerva Anesthesiol*; 2015; (6): 4-10.