

МОЖЛИВОСТІ ЕЛЕКТРОНЕЙРОМІОГРАФІЧНОГО ПРОГНОЗУВАННЯ РОЗВИТКУ ПІСЛЯІНСУЛЬТНОЇ СПАСТИЧНОСТІ

А.В. ПАЄНОК, М.С. БІЛОБРИН, І.М. МІТЕЛЬМАН

Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького

***Conflict of Interest Statement (We declare that we have no conflict of interest).**

*Заява про конфлікт інтересів (Ми заявляємо, що у нас немає ніякого конфлікту інтересів).

*Заявление о конфликте интересов (Мы заявляем, что у нас нет никакого конфликта интересов).

***No human/animal subjects policy requirements or funding disclosures.**

*Жодний із об'єктів дослідження (людина/тварина) не підпадає під вимоги політики щодо розкриття інформації фінансування.

*Ни один из объектов исследования не подпадает под политику раскрытия информации финансирования.

Мета роботи — поліпшити можливість прогнозування розвитку післяінсультної спастичності у хворих, які перенесли первинний церебральний ішемічний інсульт.

Матеріали та методи. Проаналізовано деякі показники F-хвилі з ліктьового нерва ($F_{сер. амп.}$ та $F/M_{макс.}$) у хворих, які перенесли первинний ішемічний інсульт головного мозку, у найгостріший період (1-ша–3-тя доба), гострий період (19-та–21-ша доба) та наприкінці раннього відновного періоду (6-й місяць). Параметри оцінювали залежно від наявності післяінсультної спастичності на 6-й місяць. Проведено лінійний дискримінантний аналіз за Фішером.

Результати. Для хворих, які на 6-й місяць після первинного церебрального ішемічного інсульту мали післяінсультну спастичність, та хворих без неї, дискримінантними змінними є $F_{сер. амп.}$ виміряні на ураженій та здоровій руках у 1-шу–3-тю добу, та їх співвідношення. Створено математичну модель прогнозу розвитку післяінсультної спастичності у вигляді схеми класифікаційних рівнянь. Загальна точність методу становила 95,88 %, чутливість — 95,83 %, специфічність — 95,91 %.

Висновки. З огляду на високу чутливість запропонованого методу параметр $F_{сер. амп.}$ виміряний у найгостріший період ішемічного інсульту, можна використовувати для прогнозування формування післяінсультної спастичності у хворих з первинним церебральним ішемічним інсультом.

Ключові слова: первинний церебральний ішемічний інсульт, F-хвиля з ліктьового нерва, прогнозування розвитку післяінсультної спастичності.

Ішемічний інсульт через його високу розповсюдженість, значну інвалідизацію післяінсультних хворих, високий рівень смертності є однією із актуальних медико-соціальних проблем у багатьох країнах світу. У 2010 р. у світі було зареєстровано 16,9 млн нових випадків інсульту, а смертність, пов'язана з інсультом, становила 5,9 млн випадків [6, 8]. В Україні у 2013 р. поширеність інсульту становила 112 тис. випадків, із них 27 % гострих ішемічних мозкових подій становили повторні інсульти. Третина пацієнтів були особами працездатного віку [4].

Відновлення попередньої працездатності після мозкового інсульту у більшості пацієнтів є проблематичним. Лише 10–20 % хворих, які перенесли інсульт, зберігають попередній рівень щоденної активності та залишаються працездатними, понад половини залишаються інвалідами, а 25 % пацієнтів потребують постійного догляду [3, 4, 16].

Серед післяінсультних ускладнень, які мають значний вплив на якість життя пацієнтів та погіршують ефективність реабілітаційних заходів, велику частку становлять рухові розлади (83 %), тоді як на частку когнітивних порушень припадає 50 %, на частку психо-емоційних — 20 %, на частку мовних розладів — 23–36 % [9, 12].

У структурі рухових післяінсультних ускладнень особливе місце посідає спастичність. Пацієнти з післяінсультною спастичністю (ППС) мають певний антигравітаційний поступальний паттерн: приведення плеча, згинання у ліктьовому та променезап'ястковому суглобах, приведення стегна, розгинання у колінному суглобі, підшовне згинання стопи та інверсія стопи.

Огляд проведених у світі епідеміологічних досліджень виявив, що протягом перших 6 міс після вперше перенесеного інсульту частота спастичності становить від 4,0 до 42,6 % [13, 15, 18], через 3 міс після церебрального

інсульту — 19 % з наступним зростанням до 21,7 та 42,6 % відповідно на 4-й та 6-й місяць післяінсультного періоду [13, 15, 18, 19]. Літературні дані свідчать, що через 1 рік після перенесеного інсульту спастичність різної локалізації трапляється у 17–38 % пацієнтів [10, 14, 20]. Епідеміологічні дослідження щодо частоти післяінсультної спастичності в Україні не проведено.

Актуальне значення має виявлення предикторів спастичності. Відомо, що низький бал за шкалою Бартел на 7-му добу після ішемічного інсульту [5], виражений парез [10, 11, 18, 19], післяінсультний біль [11] та сенсорний дефіцит у гострий період [19] вважають клінічними предикторами розвитку спастичності. Вони корелюють із ступенем її вираженості [17]. Однак гетерогенність способів оцінювання спастичності обмежує їх цінність як ранніх предикторів післяінсультної спастичності.

Проблема ранньої реабілітації пацієнтів з інсультом, особливо тих, які входять у групу ризику щодо формування спастичності, є актуальною і потребує комплексного застосування кількох способів прогнозування розвитку післяінсультної спастичності [1].

Мета роботи — поліпшити можливість прогнозування розвитку післяінсультної спастичності у хворих, які перенесли первинний церебральний ішемічний інсульт.

Матеріали та методи

У дослідженні взяли участь 97 хворих із первинним церебральним ішемічним інсультом (ПЦІ), яким у найгострішому (1-ша–3-тя доба), гострому (19-та–21-ша доба) та ранньому відновному (протягом 6-го місяця після інсульту) періодах проводили вимірювання електронейрографічного параметра — F-хвилі з ліктьового нерва на здоровій руці та на боці парезу/плегії. Для аналізу брали до уваги зміни таких показників F-хвилі: $F_{\text{сер. амп.}}$ та $F/M_{\text{макс.}}$ оскільки, як відомо із попередньо проведених досліджень, саме вони змінюються при гострому та хронічному пошкодженні верхнього мотонейрону [7]. Одночасно у кожного хворого під час обстеження проводили оцінку м'язового тону з використанням модифікованої шкали Ашфорта. Підвищенням м'язового

Мітельман Ірина Миколаївна
асистент кафедри невропатології та нейрохірургії
ФПДО
Львівський національний медичний університет
імені Данила Галицького
Адреса: 79010, м. Львів, вул. Пекарська, 69
Тел.: (0322) 597-322
E-mail: mitelman_iryana@meduniv.lviv.ua

Таблиця. Класифікаційні дискримінантні функції хворих із післяінсультною спастичністю та без неї залежно від параметрів F-хвилі з ліктьового нерва

Дискримінантні змінні	Хворі без спастичності на 6-й місяць після інсульту	Хворі зі спастичністю на 6-й місяць після інсульту
$F_{\text{сер. амп. на боці парезу на 1-шу–3-тю добу}}$	-7,94	-7,71
$F_{\text{сер. амп. на здоровому боці на 1-шу–3-тю добу}}$	6,22	5,99
Співвідношення $F_{\text{сер. амп. пар. бік}} / F_{\text{сер. амп. здор. бік}}$ на 1-шу–3-тю добу	2802,95	2687,95
Константа	-1158	-1083

Коефіцієнт класифікації (Df) визначають за допомогою рівнянь:

Df_1 (для хворих без спастичності) = ($F_{\text{сер. амп. на паретичному боці на 1-шу–3-тю добу}} \times 7,94$) + ($F_{\text{сер. амп. на здоровому боці на 1-шу–3-тю добу}} \times 6,22$) + (співвідношення $F_{\text{сер. амп. пар. бік}} / F_{\text{сер. амп. здор. бік}}$ на 1-шу–3-тю добу $\times 2802,95$) – 1158;

Df_2 (для хворих із спастичністю) = ($F_{\text{сер. амп. на паретичній стороні на 1-шу–3-тю добу}} \times 7,71$) + ($F_{\text{сер. амп. на здоровій стороні на 1-шу–3-тю добу}} \times 5,99$) + (співвідношення $F_{\text{сер. амп. пар. бік}} / F_{\text{сер. амп. здор. бік}}$ на 1-шу–3-тю добу $\times 2687,95$) – 1083.

тонусу за спастичним типом вважали значення ≥ 1 бала за модифікованою шкалою Ашфорта.

У найгострішому та наприкінці гострого періоду (19-та–21-ша доба) не виявлено підвищення тонусу м'язів в жодного з хворих.

Протягом 6-го місяця після перенесеного ПЦП з 97 хворих у 48 (49,5 %) було виявлено підвищення м'язового тонусу за спастичним типом.

Для статистичної обробки використано пакет статистичної обробки інформації «Statistica 10.0», (StatSoft). Проведено лінійний дискримінантний аналіз за Фішером із створенням математичної моделі прогнозу розвитку післяінсультної спастичності у вигляді схеми класифікаційних рівнянь.

Результати

Для хворих, які перенесли ПЦП та на 6-му місяці мали післяінсультну спастичність та без неї, дискримінантними змінними є параметри $F_{\text{сер. амп.}}$, виміряні на здоровій і ураженій руці в 1-шу–3-тю добу, та їх співвідношення. Найбільше значення в дискримінації між хворими з післяінсультною спастичністю та без неї має значення співвідношення $F_{\text{сер. амп. на паретичному боці}} / F_{\text{сер. амп. на здоровій руці}}$.

Інші дискримінантні змінні мають дещо менший достовірний вплив на дискримінацію між сукупностями. У цілому сукупність усіх змінних має високо значиму дискримінацію ($Willks' Lambda = 0,297$; $F = 132,6$; $p < 0,01$) між хворими без післяінсультної спастичності та із спастичністю. Загальна точність методу становить 95,88 %, чутливість — 95,83 %, специфічність — 95,91 %.

Установлені коефіцієнти класифікаційних дискримінантних функцій дають змогу обчислити коефіцієнт класифікації (Df), за допомогою якого можна передбачити належність показників до «типових» для хворих із спастичністю і «типових» для хворих без спастичності (таблиця).

Прогноз пацієнта належатиме до того класу, для якого значення класифікаційного рівняння (Df_1 і Df_2) порівняно з іншим буде вищим, що дасть змогу визначити ризик розвитку післяінсультної спастичності. Якщо отримане числове значення буде більшим у формулі Df_1 , то це означатиме, що у пацієнта ризик розвитку післяінсультної спастичності відсутній з імовірністю 95,91 %, а якщо числове значення буде більшим у формулі Df_2 , то пацієнт з імовірністю 95,83 % має ризик розвитку спастичності після ПЦП.

Приклад 1. Чоловік 59 років, 2-га доба ПЦП, 10 балів за шкалою *NIHSS*, параметри F-хвилі з ліктьового нерва: $F_{\text{сер. амп.}}$ на боці парезу — 171 мВ, $F_{\text{сер. амп.}}$ — 280 мВ, $F_{\text{сер. амп. пар. бік}} / F_{\text{сер. амп. здор. бік}}$ — 0,61. Установлено діагноз: Гостре порушення мозкового кровообігу за ішемічним типом у басейні лівої середньої мозкової артерії з правобічним геміпарезом, гемігіпестезією, сенсомоторною афазією.

$$Df_1 = (171 \times 7,94) + (280 \times 6,22) + (0,61 \times 2802,95) - 1158 = 3551.$$

$$Df_2 = (171 \times 7,71) + (280 \times 5,99) + (0,61 \times 2687,95) - 1083 = 3623.$$

Отже, $Df_2 > Df_1$, що свідчить про наявність ризику розвитку післяінсультної спастичності з імовірністю 95,83 %.

Приклад 2. Чоловік 49 років, 3-тя доба первинного ішемічного інсульту, 3 бали за шкалою *NIHSS*, параметри F-хвилі з ліктьового нерва: $F_{\text{сер. амп.}}$ на боці парезу — 110 мВ, $F_{\text{сер. амп.}}$ — 209 мВ, $F_{\text{сер. амп. пар. бік}} / F_{\text{сер. амп. здор. бік}}$ — 0,53. Установлено діагноз: Гостре порушення мозкового кровообігу за ішемічним типом у басейні лівої передньої мозкової артерії з легким парезом правої ноги.

$$Df_1 = (110 \times 7,94) + (209 \times 6,22) + (0,53 \times 2802,95) - 1185 = 2473.$$

$$Df_2 = (110 \times 7,71) + (209 \times 5,99) + (0,53 \times 2687,95) - 1083 = 2441.$$

Отже, $Df_1 > Df_2$, що свідчить про те, що у пацієнта з імовірністю 95,91 % не розвинеться післяінсультна спастичність.

Список літератури

1. Завалишин І.А. Спастичність / І.А. Завалишин, В.П. Бархатова // Журн... невропатол. и психиатр. — 2009. — № 3. — С. 68–70.
2. Зозуля І.С. Ішемічний інсульт: аналіз сучасного погляду на проблему / І. С. Зозуля, О.П. Мошенська // Наук.-інформ. вісн. АН ВО України. — 2010. — № 2. — С. 74–81.
3. Лечение инсульта в стационаре: ключевые факторы, определяющие исходы болезни / Ю.В. Фломин, М.В. Гуляева, Н.И. Самосюк [и др.] // Міжнар. неврол. журн. — 2014. — № 7(69). — С. 46–57.
4. Особенности эпидемиологии инвалидности при заболеваниях нервной системы в Украине: клинико-экспертные сопоставления (10-летний украинский опыт) / В.А. Голик, Н.А. Гондуленко, Е.Н. Мороз [и др.] // Укр. вісн. мед.-соціал. експертизи. — 2014. — № 1(11). — С. 14–21.

Обговорення

У патогенезі спастичності має місце аномальний інтраспінальний процесинг, що полягає у порушенні функціонування рефлекторної дуги рефлексу на розтягування, в реалізації якого важливу роль відіграє стан активності спінальних мотонейронів. Власне параметри F-хвилі дають змогу провести оцінку активності мотонейронів спинного мозку. Методика вимірювання F-хвилі з ліктьового нерва за допомогою стимуляційної електронейроміографії є простою у виконанні, що особливо важливо для пацієнтів із церебральним інсультом. Проведене дослідження та запропонована методика доповнюють відомі предиктори розвитку післяінсультної спастичності. Застосування простого вимірювання F-хвилі з ліктьового нерва у хворих з ішемічним інсультом може допомогти практикуючому лікарю виявити пацієнтів, які належать до групи ризику щодо формування спастичності, для проведення реабілітаційних заходів з метою полегшення стану таких пацієнтів.

Висновки

З огляду на високу чутливість описаної методики, параметр $F_{\text{сер. амп.}}$ вимірний у найгостріший період ішемічного інсульту, можна використовувати для прогнозування формування післяінсультної спастичності у хворих з первинним церебральним ішемічним інсультом.

5. Реабилитация в неврологии / Е.И. Гусев, А.Б. Гехт, В.Б. Гаптов, Е.В. Тихопой. — М., 2000. — 52 с.
6. American Heart Association. Heart Disease and Stroke Statistics — 2010 update. <http://www.americanheart.org/presenter.jhtml?identifier=3000090> (accessed Jan 12, 2011).
7. Drory V.E. F-wave characteristics following acute and chronic upper motor neuron lesions / V.E. Drory, M.Y. Neufeld, A. Korczyn // *Electromyography and Clin. Neurophysiol.* — 2003. — Vol. 33. — P. 441–446.
8. Feigin V.L. Global Burden of Diseases, Injuries, and Risk Factors Study 2010 (GBD 2010) and the GBD Stroke Experts Group. Global and regional burden of stroke during 1990–2010: findings from the Global Burden of Disease Study 2010 / V.L. Feigin, M.H. Forouzanfar, R. Krishnamurthi // *Lancet.* — 2014. — Vol. 383. — P. 245–254.
9. Flynn R.W. The cost of cerebral ischaemia / R.W.

- Flynn, R.S. Mac Walter, A.S. Doney // *Neuropharmacol.* — 2008. — Vol. 55. — P. 250–256.
10. Lukacs M. F-wave measurements detecting changes in motor neuron excitability after ischaemic stroke / M. Lukacs // *Electromyogr Clin. Neurophysiol.* — 2007. — Vol. 47. — P. 109–115.
 11. Lundstrom E. Prevalence of disabling spasticity 1 year after first-ever stroke // E. Lundstrom, A. Terent, J. Borg // *Eur. J. Neurol.* — 2008. — Vol. 15. — P. 533–539.
 12. Paul S.L. The large and growing burden of stroke / S.L. Paul, V.K. Srikanth, A.G. Thrift // *Curr. Drug Targets.* — 2007. — Vol. 8. — P. 786–793.
 13. Predicting spasticity after stroke in those surviving to 12 months / A.P. Moore, T.L. Smith, A.K. Sharma, C.L. Watkins // *Clin. Rehabil.* — 2004. — Vol. 18(4). — P. 438–443.
 14. Spasticity, an impairment that is poorly defined and poorly measured / S. Malhotra, A.D. Pandyan, C.R. Day [et al.] // *Clin. Rehabil.* — 2009. — Vol. 23. — P. 651–658.
 15. Spasticity: diagnosis and management / Ed. Allison Brashear; associate ed. Elie Elovic. — 2nd ed. — 2016. — 495 p.
 16. Stroke: practical management / C. Warlow, J. van Gijn, M. Dennis [et al.]. — 3rd edn. — Oxford: Blackwell Publishing, 2008. — 1008 p.
 17. Structural and mechanical alterations in spastic skeletal muscle / J.R.H. Foran, S. Steinman, I. Barash [et al.] // *Developmental Medicine and Child Neurology.* — 2007. — Vol. 47. — P. 100–111.
 18. Taurine activates glycine and gamma-aminobutyric acid A receptors in rat substantia gelatinosa neurons / J. Wu, T. Kohlno, S.K. Georgiev [et al.] // *Neuroreport.* — 2008. — Vol. 19. — P. 333–337.
 19. Voerman G.E. Neurophysiological methods for the assessment of spasticity: The Hoffman reflex, the tendon reflex, and the stretch reflex / G.E. Voerman, M. Gregoric // *Disability and Rehabilitation.* — 2005. — Vol. 27. — P. 33–68.
 20. Wissel J. Development of spasticity following stroke: an epidemiologic data / J. Wissel, J. Scott // *J. Neurol.* — 2010. — Vol. 7. — P. 127–132.

ВОЗМОЖНОСТИ ЭЛЕКТРОНЕЙРОМИОГРАФИЧЕСКОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ ПОСЛЕИНСУЛЬТНОЙ СПАСТИЧНОСТИ

А.В. ПАЕНОК, М.С. БИЛОБРИН, И.Н. МИТЕЛЬМАН

Львовский национальный медицинский университет имени Данила Галицкого

Цель работы — улучшить возможность прогнозирования развития послеинсультной спастичности у больных, перенесших первичный церебральный ишемический инсульт.

Материалы и методы. Проанализированы некоторые показатели F-волны с локтевого нерва ($F_{\text{сер. амп.}}$ и $F/M_{\text{макс.}}$) у больных, перенесших первичный ишемический инсульт головного мозга, в острейший период (1-е–3-и сутки), острый период (19–21-е сутки) и в конце раннего восстановительного периода (6-й месяц). Параметры оценивали в зависимости от наличия послеинсультной спастичности на 6-й месяц. Проведен линейный дискриминантный анализ по Фишеру.

Результаты. Для больных, которые на 6-й месяц после первичного ишемического инсульта имели послеинсультную спастичность, и больных без нее дискриминантными переменными были $F_{\text{сер. амп.}}$, измеренные на пораженной и здоровой руках в 1-е–3-и сутки, и их соотношение. Создана математическая модель прогноза развития послеинсультной спастичности в виде схемы классификационных равнений. Общая точность метода составляла 95,88 %, чувствительность — 95,83 %, специфичность — 95,91 %.

Выводы. Учитывая высокую чувствительность предложенного метода, параметр $F_{\text{сер. амп.}}$, измеренный в острейший период ишемического инсульта, можно использовать для прогнозирования формирования послеинсультной спастичности у больных с первичным церебральным ишемическим инсультом.

Ключевые слова: первичный церебральный ишемический инсульт, F-волна с локтевого нерва, прогнозирование развития послеинсультной спастичности.

POSSIBILITY OF ELECTRONEUROMYOGRAPHY IN PREDICTION OF POST-STROKE SPASTICITY DEVELOPMENT

A.V. PAYENOK, M.S. BILOBRYN, I.M. MITELMAN

Danylo Halytskiy Lviv National Medical University

Objective — to improve possibility of the prediction of post-stroke spasticity development in patients, who survived after first-ever cerebral ischemic stroke.

Materials and methods. We have analyzed ulnar nerve F-wave ($F_{\text{mean amp.}}$ and $F/M_{\text{max.}}$) of the ischemic stroke survivors on the 1st–3rd, 19–21st day and on the 6th month. Evaluation of parameters has been done depending on the existence of post-stroke spasticity on the 6th month. Linear discriminant analysis (Fisher's method) has been conducted.

Results. In patients, who have spasticity after first-ever ischemic stroke, and patients without it discriminant variables were $F_{\text{mean amp.}}$ registered from the paretic and the healthy hands on the 1st–3rd day and their correlation. The mathematical model for prediction of the development of post-stroke spasticity has done. Total accuracy of this method is 95.88 %, sensitivity — 95.83 %, and specificity — 95.91 %.

Conclusions. Thanks to high sensitivity the described method $F_{\text{mean amp.}}$ registered on the 1st–3rd day of the ischemic stroke can using for prediction of post-stroke spasticity development in patients with first-ever ischemic stroke.

Key words: first-ever ischemic cerebral stroke, ulnar nerve F-wave, prediction of post-stroke spasticity development.