

УДК 616.832-001-009.2-036.83

© Ю.Я. ЯМІНСЬКИЙ

Інститут нейрохірургії ім. акад. А.П. Ромоданова АМН України

Результати відновлення рухів у хворих із частковим порушенням функцій спинного мозку після його травматичного ушкодження

YU.YA. YAMINSKYI

Institute of Neurosurgery by acad. A.P. Romodanov of AMS of Ukraine

RESULTS OF RESTORATIVE SURGICAL TREATMENT OF PATIENTS WITH PARTIAL MALFUNCTION OF SPINAL CORD AFTER ITS TRAUMATIC INJURY

Відновлення рухів у хворих з наслідками травматичного ушкодження спинного мозку є одним з найважливіших критеріїв, що визначають якість життя. Дане дослідження ґрунтується на аналізі результатів застосування методу епідуральної електростимуляції для відновлення рухів у 69 хворих із наслідками травматичного ушкодження спинного мозку, при частково збереженій його провідності. Для оцінки відновлення рухів використовували шкали ASIA і Frankel та електрофізіологічне дослідження, що включало транскраніальну магнітну стимуляцію та електронейроміографію. В групі хворих Frankel B рухи відновились у 32 (88,9 %) хворих, але істотного їх поліпшення, що привело до відновлення функції ходи, вдалося досягти у 5 (13,9 %) хворих. У групі Frankel C поліпшення рухів відмічено у всіх хворих, функцію ходи відновили 20 (60,6 %) із 33 хворих. Дані електрофізіологічних досліджень корелювали з клінічними результатами. Епідуральна електростимуляція спинного мозку є ефективним методом відновлення рухів у хворих із частковим порушенням функцій спинного мозку після його травматичного ушкодження.

Restoration of movements in patients with consequences of traumatic injury of the spinal cord is one of the most important criteria, that define the quality of life. This study is based on analysis of results of utilization of epidural electrostimulation in order to restore movements in 69 patients with consequences of traumatic injury of the spinal cord, with its partial malfunction. To evaluate restoration of movements we utilized ASIA and Frankel Scales, transcranial magnetic stimulation and electroneuromyography. In patients from "Frankel B" group movements restored in 32 (88,9 %) patients, but significant restoration, that can provide walking, we obtained only in 5 (13,9 %) patients. In "Frankel C" group improvement of movements we obtained in all patients, ability to walk we restored in 20 (60,6 %) patients among 33. The electrophysiological findings were correlated with clinical data. Epidural electrostimulation is an effective method to restore movements in patients with partial malfunction of spinal cord after its traumatic lesion.

Постановка проблеми і аналіз останніх досліджень та публікацій. Відновлення провідності спинного мозку після його травматичного ушкодження залишається одним із найскладніших завдань сучасної нейрохірургії. Основними проблемами, що перешкоджають відновленню провідності, є рубцево або кістозне переродження спинного мозку в місці травми, порушення кровопостачання ушкодженої ділянки, виснаження нейротрофічних факторів, демієлінізація аксонів. Проведення вчасного і кваліфікованого хірургічного та консервативного лікування в гострий період травматичної хвороби спинного мозку [5, 13] зменшує наслідки впливу дії вторинних факторів і покращує прогноз на відновлення його функцій. Лікування хворих із хребетно-спинномоз-

ковою травмою є складним та високозатратним. Воно включає декомпресивно-стабілізуючі операції та комплекс консервативного лікування в гострий період і фізичну та соціальну реабілітацію в більш пізні періоди. На жаль, у більшості хворих воно малоефективне в плані відновлення неврологічних функцій (80–82 % хворих, які зазнали травми спинного мозку, стають інвалідами 1 або 2 груп). Саме поліпшенню результатів лікування хворих із наслідками травматичного ушкодження спинного мозку присвячена наша робота.

На сьогодні вченими запропоновано різноманітні лікувальні стратегії для відновлення функцій спинного мозку після його травматичного ушкодження: застосування трансплантації ембріональної нерво-

вої тканини [3, 9], шванівських клітин [6], активованих макрофагів [17], ольфакторних клітин [14], аутологічних стовбурових клітин [17], епідуральну електростимуляцію [8, 10], імплантацію препарату “Нейрогель” [16] для відновлення функцій спинного мозку після його травматичного ушкодження. Авторами експериментально було доведено певну ефективність кожної з цих методик для відновлення функцій спинного мозку. Є вже перші результати клінічного застосування деяких із цих методик [8, 17].

Ми звернулись до методу електричної стимуляції спинного мозку як до одного з ефективних методів посилення регенераторних процесів у периферичній нервовій системі. В своїй роботі ми поклалися на твердження, що передача нервових імпульсів у ЦНС здійснюється за біохімічними та електричними механізмами [7, 11]. Експериментально доведено, що *in vitro* аксони нейробластів значно прискорюють свій ріст у напрямку до катода [12, 15]. Електростимуляція приводить до деполяризації клітинних мембран та виникнення потенціалу дії, що сприяє формуванню нервового імпульсу [15].

У цій роботі ми представляємо наш досвід застосування методу епідуральної електростимуляції для відновлення рухів у паретичних кінцівках у хворих із застарілими ушкодженнями спинного мозку.

Матеріали і методи. Наше дослідження ґрунтується на аналізі результатів лікування 69 хворих із наслідками травматичного ушкодження спинного мозку, при частково збереженій його провідності, оперованих в клініці відновлювальної хірургії Інституту нейрохірургії в період з 2001 до 2009 року.

Серед хворих переважали чоловіки – їх було 54, жінок – 15. Вік хворих коливався від 10 до 50 років (в середньому 30,4 року). Серед травмуючих факторів на першому місці ДТП – 48 (69,5 %) хворих, падіння з висоти – 16 (23,2 %), падіння з висоти свого зросту – 4 (5,8 %) пацієнти, вогнепальне ушкодження спинного мозку – 1 (1,5 %) хворий.

Щодо тяжкості травми, в своє дослідження ми включили хворих груп В та С (за Frankel), тобто хворих із частково збереженою чутливістю дистальніше рівня травми та із збереженими рухами в паретичних кінцівках силою від 1 до 3 балів за шкалою ASIA. Хворих групи Frankel В було 36 (52,2 %), Frankel С – 33 (47,8 %). Хворих із наслідками ушкодження шийних сегментів спинного мозку (табл. 1) було 26 (37,7 %), з ушкодженням грудних сегментів – 12 (17,4 %), поперекових сегментів – 31 (44,9 %). Із 26 хворих з наслідками ушкодження шийних сегментів спинного мозку в 21 (80,8 %) була частково збережена чутливість дистальніше рівня іннервації травмованих сегментів при відсутності

Таблиця 1. Розподіл хворих за рівнем, тяжкістю та давністю травми

Групи хворих		Давність травми					Всього
		3–6 міс.	6–12 міс.	1–2 роки	2–3 роки	>3 років	
Шийні сегменти	Frankel В	3	5	5	4	4	21
	Frankel С	2	1	1	-	1	5
Грудні сегменти	Frankel В	3	1	1	-	2	7
	Frankel С	2	1	1	-	1	5
Поперекові сегменти	Frankel В	2	2	1	2	1	8
	Frankel С	6	4	2	4	7	23
Всього		18	14	11	10	16	69

рухів нижче рівня травми (група Frankel В), у 5 (19,2 %) хворих при частково збереженій чутливості були рухи силою до 3 балів (група Frankel С). Із 12 хворих з ушкодженням грудних сегментів 7 (58,3 %) входили в групу Frankel В та 5 (41,7 %) – групу Frankel С. Серед хворих із наслідками ушкодження поперекових сегментів спинного мозку 8 (25,8 %) входили в групу Frankel В та 23 (74,2 %) – в групу Frankel С.

У дослідження ми включали хворих, оперованих лише в пізній період травматичної хвороби спинного мозку (3 і більше місяців після травми).

Давність травми у хворих у нашому дослідженні коливалась від 3 місяців до 12 років. В період з 3 до 6 місяців було прооперовано 18 (26,1 %) хворих, з 6 до 12 місяців – 14 (20,3 %) пацієнтів, з 12 місяців до 2 років – 11 (15,9 %) хворих, з 2 до 3 років – 10 (14,5 %) пацієнтів, через 3 та більше років після травми – 16 (23,2 %) хворих.

Для електростимуляції спинного мозку використовували радіочастотний електростимулятор, що складається з 2-х частин: електродів із прийомною антеною, які імплантуються в тіло хворого під час операції, та власне електростимулятора, за допо-

на 27 балів. У хворих, оперованих більш ніж через 3 роки після травми, результати відновлення рухів були такими: у 6 (37,5 %) вони відновились на 1–10 балів, у 7 (43,7 %) – на 11–25 балів, у 2 (12,5 %) – більш ніж на 25 балів і в 1 (6,3 %) хворого відновлення рухів не було.

При аналізі результатів лікування ми дійшли висновку, що у хворих із частково збереженою провідністю спинного мозку давність травми не є визначальним фактором у відновленні рухів при застосуванні методу епідуральної електростимуляції. Відсоток хворих, яким не вдалося відновити або покращити рухи, коливався від 5,5 до 9,1, і ми не знайшли чіткої закономірності коливань цього показника. З-поміж 11 хворих із значним відновленням рухів (більш як на 25 балів) 5 були прооперовані в перші 3–6 місяців після травми. Саме у хворих, оперованих у цьому проміжку часу, був найбільший відсоток (27,8 %) із відновленням рухів більш ніж на 25 балів. У всіх інших групах цей відсоток коливався в межах 9,1–14,3 %.

У хворих із наслідками ушкодження шийних сегментів спинного мозку ми оцінювали результати відновлення рухів у верхніх та нижніх кінцівках. В групі Frankel B (табл. 3) із 21 хворого відновлення та покращення рухів було в 19 (90,5 %) пацієнтів. У 8 (38,1 %) хворих рухи відновились на 1–10 балів, у 9 (42,9 %) – на 11–25 балів, та у 2 (9,5 %) хворих – більш ніж на 25 балів. У 4 (19,0 %) пацієнтів цієї групи відновились рухи в ногах, що дозволило 2 хворим відновити функцію ходи із застосуванням ортезів та ходунків.

У всіх 5 хворих із пошкодженням шийних сегментів спинного мозку, які входили в групу Frankel C, ми отримали поліпшення рухів у верхніх та нижніх кінцівках. У 4 (80 %) хворих відновлення рухів перевищило 10 балів. Відновлення функції ходи отримано у 3 (60 %) пацієнтів.

Із 12 хворих із наслідками ушкодження грудних сегментів спинного мозку 7 представляли групу Frankel B. У цій групі відновлення рухів вдалося

досягти у 6 (85,8 %) хворих (табл. 3). У 2 (28,6 %) хворих рухи відновились на 1–10 балів, у 2 (28,6 %) – на 11–25 балів і у 2 (28,6 %) рухи відновились більш ніж на 25 балів. Слід відмітити, що у 2-х хворих із відновленням рухів більш ніж на 25 балів до операції була спастичність м'язів 3 ступеня за шкалою Ashworth. Обом цим хворим ми встановили електроди на рівень поперекового потовщення та проводили анодальну стимуляцію. Це дало можливість відновити даним пацієнтам функцію ходи (із застосуванням допоміжних пристосувань: ходунів або милиць).

В усіх 5 хворих з ушкодженням грудних сегментів спинного мозку та частково збереженими рухами в нижніх кінцівках вдалося досягти поліпшення рухів. У 4-х із них застосовано метод анодальної стимуляції поперекового потовщення спинного мозку, в 1-го пацієнта електроди було встановлено на рівні травми спинного мозку. Функцію ходи відновлено у 3 (60 %) хворих.

Із 8 хворих з наслідками ушкодження поперекових сегментів спинного мозку та частково збереженою чутливістю дистальніше рівня травми (група Frankel B) відновлення рухів було у 7 (87,5 %) хворих. У 5 (62,5 %) хворих рухи відновились більш ніж на 10 балів, що дозволило відновити функцію ходи 1 (25 %) хворому.

Із 23 хворих з ушкодженнями поперекових сегментів спинного мозку, які входили в групу Frankel C, поліпшення рухів на 1–10 балів мало місце у 3 (13,0 %), на 11–25 балів – у 18 (72,3 %) хворих та більш ніж на 25 балів – у 2 (8,7 %) пацієнтів. Відновлення функції ходи вдалося досягти у 14 (60,9 %) хворих.

Таким чином, застосування методу епідуральної електростимуляції в пізньому періоді травматичної хвороби спинного мозку у хворих із частково збереженою його провідністю дозволило відновити або покращити рухи в 94,2 % хворих. Відновити функцію ходи вдалося 25 (36,2 %) хворим. Кращі результати відновлення функції ходи були у хворих групи Frankel C: із 33 хворих цієї групи 20

Таблиця 3. Результати відновлення рухів під впливом епідуральної електростимуляції залежно від рівня ушкодження спинного мозку

Групи хворих		Відновлення рухів (у балах за шкалою ASIA)				Всього
		1–10 балів	11–25 балів	>25 балів	не було	
Шийні сегменти	Frankel B	8	9	2	2	21
	Frankel C	1	2	2	-	5
Грудні сегменти	Frankel B	2	2	2	1	7
	Frankel C	1	3	1	-	5
Поперекові сегменти	Frankel B	2	3	2	1	8
	Frankel C	3	18	2	-	23
Всього		17	37	11	4	69

(60,6 %) здобули здатність до ходьби (самостійно або із застосуванням ходунів чи милиць). У групі Frankel B із 36 хворих функцію ходи вдалося відновити 5 (13,9 %) пацієнтам.

Результати електрофізіологічних досліджень корелювали з клінічними результатами. Транскраніальна магнітна стимуляція (ТМС) у хворих із наслідками ушкодження шийних сегментів спинного мозку дала такі результати (табл. 4). У групі Frankel B середнє значення амплітуди викликаної м'язової відповіді зросло з $(0,16 \pm 0,03)$ до $(0,38 \pm 0,03)$ мВ, тобто в 2,4 раза, і становило близько 21,4 % норми. Латентний період м'язової відповіді в цій групі зменшився з $(45,8 \pm 4,2)$ до $(34,4 \pm 3,2)$ мс (в 1,3 раза) і перевищував значення цього показника в нормі в 1,9–2,1 раза (тривалість латентного періоду в нормі коливається за даними різних авторів [2]). Час центрального проведення зменшився з $(46,7 \pm 5,8)$ до $(32,4 \pm 3,6)$ мс і в 1,4 раза перевищував норму. За результатами електронейроміографічного (ЕНМГ) дослідження плечового сплетення (табл. 5), у хворих групи Frankel B із наслідками ушкодження шийних сегментів спинного мозку амплітуда м'язової відповіді абдуктора V пальця зросла з $(0,30 \pm 0,05)$ до $(1,32 \pm 0,21)$ мВ і складала 22,1 % норми, латентний період м'язової відповіді скоротився з $(4,6 \pm 0,4)$ до $(3,7 \pm 0,5)$ мс і в 2,1 раза перевищував норму, швидкість проведення імпульсів зросла з $(22,3 \pm 2,5)$ до $(32,3 \pm 3,6)$ мс і становила 64 % норми.

У групі Frankel C у хворих із наслідками ушкодження шийних сегментів спинного мозку при ТМС отримано збільшення амплітуди М-відповіді (табл. 4) в 2,2 раза. Під впливом проведеного лікування середнє значення цього показника (1,04 мВ) складало близько 58 % норми. Кіркова латентність скоротилась із $(34,1 \pm 3,6)$ до $(24,2 \pm 2,3)$ мс і в 1,2 раза перевищувала значення цього показника в нормі. Час центрального проведення зменшився в 1,7 раза і в 1,6 раза перевищував значення нормативного

показника. За результатами ЕНМГ, амплітуда М-відповіді збільшилась в 1,5 раза, латентність знизилась в 1,4 раза, а швидкість проведення імпульсів ліктьовим нервом зросла в 1,4 раза і складала близько 80 % норми.

У хворих із наслідками травматичного ушкодження грудних сегментів спинного мозку при ТМС отримано такі результати (табл. 4). У групі Frankel B середнє значення амплітуди М-відповіді м'язів нижніх кінцівок зросло з $(0,13 \pm 0,02)$ до $(0,21 \pm 0,02)$ мВ і становило близько 16,5 % норми (1,26 мВ), кіркова латентність знизилась з $(41,2 \pm 4,2)$ до $(32,4 \pm 3,8)$ мс і в 1,4 раза перевищувала значення цього показника в нормі (22,3 мс). Час центрального проведення зменшився з $(38,4 \pm 3,1)$ до $(27,6 \pm 2,5)$ мс і в 1,5 раза перевищував значення цього показника в нормі (18,0 мс). У групі Frankel C середнє значення амплітуди М-відповіді зросло з $(0,46 \pm 0,04)$ до $(0,64 \pm 0,04)$ мВ і становило близько 50,1 % норми (1,26 мВ), кіркова латентність знизилась із $(33,6 \pm 1,7)$ до $(25,3 \pm 1,3)$ мс і в 1,1 раза перевищувала значення цього показника в нормі (22,3 мс). Час центрального проведення зменшився з $(29,8 \pm 2,1)$ до $(22,4 \pm 1,4)$ мс і в 1,2 раза перевищував норму.

У хворих із наслідками ушкодження поперекових сегментів спинного мозку в групі Frankel B під впливом проведеного лікування амплітуда М-відповіді при ТМС зросла з $(0,14 \pm 0,02)$ до $(0,36 \pm 0,03)$ мВ і становила близько 28,6 % норми (1,26 мВ), кіркова латентність знизилась із $(42,5 \pm 4,2)$ до $(32,2 \pm 2,6)$ мс і в 1,4 раза перевищувала значення цього показника в нормі (22,3 мс). Час центрального проведення зменшився з $(43,2 \pm 3,7)$ до $(31,4 \pm 2,8)$ мс і в 1,7 раза перевищував норму (18,0 мс). У групі Frankel C середнє значення амплітуди М-відповіді зросло з $(0,38 \pm 0,06)$ до $(0,78 \pm 0,07)$ мВ і становило близько 61,9 % норми (1,26 мВ), кіркова латентність знизилась в 1,3 раза і в 1,05 раза перевищувала нормативний показник. Час центрального проведення

Таблиця 4. Динаміка результатів транскраніальної магнітної стимуляції під впливом епідуральної електростимуляції спинного мозку

Групи хворих		Результати транскраніальної магнітної стимуляції					
		амплітуда М-відповіді (мВ)		латентність (мс)		час проведення (мс)	
		до операції	після операції	до операції	після операції	до операції	після операції
Шийні сегменти	Frankel B	$0,16 \pm 0,03$	$0,38 \pm 0,03$	$45,8 \pm 4,2$	$34,4 \pm 3,2$	$46,7 \pm 5,8$	$32,4 \pm 3,6$
	Frankel C	$0,56 \pm 0,07$	$1,04 \pm 0,08$	$34,1 \pm 3,6$	$24,2 \pm 2,3$	$22,1 \pm 2,8$	$12,9 \pm 1,6$
Грудні сегменти	Frankel B	$0,13 \pm 0,02$	$0,21 \pm 0,02$	$41,2 \pm 4,2$	$32,4 \pm 3,8$	$38,4 \pm 3,1$	$27,6 \pm 2,5$
	Frankel C	$0,46 \pm 0,04$	$0,64 \pm 0,04$	$33,6 \pm 1,7$	$25,3 \pm 1,3$	$29,8 \pm 2,1$	$22,4 \pm 1,4$
Поперекові сегменти	Frankel B	$0,14 \pm 0,02$	$0,36 \pm 0,03$	$42,5 \pm 4,2$	$32,2 \pm 2,6$	$43,2 \pm 3,7$	$31,4 \pm 2,8$
	Frankel C	$0,38 \pm 0,06$	$0,78 \pm 0,07$	$30,6 \pm 2,9$	$23,4 \pm 1,9$	$28,2 \pm 1,8$	$21,7 \pm 1,3$

Таблиця 5. Динаміка результатів електронейроміографічного дослідження під впливом епідуральної електростимуляції спинного мозку

Групи хворих		Результати електронейроміографії					
		амплітуда М-відповіді (мВ)		латентність (мс)		швидкість (мс)	
		до операції	після операції	до операції	після операції	до операції	після операції
Шийні сегменти	Frankel B	0,30±0,05	1,32±0,21	4,6±0,4	3,7±0,5	22,3±2,5	32,3±3,6
	Frankel C	1,95±0,15	3,01±0,23	3,2±0,7	2,2±0,4	32,1±1,3	45,2±2,7
Грудні сегменти	Frankel B	-	-	-	-	-	-
	Frankel C	-	-	-	-	-	-
Поперекові сегменти	Frankel B	0,12±0,06	1,36±0,3	10,4±1,2	7,3±0,7	21,2±1,6	34,7±3,1
	Frankel C	1,92±0,22	3,04±0,37	7,9±0,8	5,4±0,4	35,1±2,7	44,7±3,4

зменшився в 1,3 раза і в 1,2 раза перевищував норму. При ЕНМГ-дослідженні нижніх кінцівок у хворих із наслідками ушкодження поперекових сегментів спинного мозку в групі Frankel B амплітуда М-відповіді зросла в 11 разів, в групі Frankel C – в 1,5 раза, латентний період м'язової відповіді зменшився, відповідно, в 1,5 та 1,4 раза. Швидкість проведення в групі Frankel B зросла в 1,6 раза, в групі Frankel C – в 1,3 раза.

Таким чином, під впливом епідуральної електростимуляції в усіх групах хворих спостерігали збільшення амплітуди викликаних м'язових потенціалів, зменшення кіркової латентності та скорочення часу центрального проведення при ТМС і добру позитивну динаміку амплітуди м'язової відповіді, латентного періоду та швидкості проведення імпульсів у хворих із наслідками ушкодження шийних та поперекових сегментів спинного мозку при ЕНМГ-дослідженні.

Обговорення. Відновлення рухів у хворих із наслідками ушкодження спинного мозку є однією з найбільш складних проблем відновної нейрохірургії. Епідуральна електростимуляція – один із методів поліпшення провідності спинного мозку після його травматичного ушкодження [4]. З-поміж усіх хворих із наслідками травми спинного мозку ми виділили групу з частковим ушкодженням спинного мозку, оскільки, на нашу думку, саме у цих хворих є “точка прикладання” при застосуванні методу епідуральної електростимуляції. Механізми впливу електростимуляції на перебіг регенераторних процесів у спинному мозку вивчені недостатньо. З експериментальних робіт відомо, що аксони в електричному полі прискорюють свій ріст і спрямовують його паралельно до силових ліній поля в напрямку до катода [8]. Електростимуляція викликає деполаризацію мембран аксонів [14], що лежить в основі формування нервового імпульсу, сприяє виділенню нейротрофічних факторів [8, 14], приводить

до регенерації шванівських клітин, а це сприяє ремієлінізації ушкоджених волокон [7]. Вивчення динаміки електрофізіологічних показників дозволяє з'ясувати деякі механізми впливу електростимуляції при травмі спинного мозку непрямим методом. Амплітуда м'язової відповіді при ТМС та ЕНМГ вказує на кількість аксонів, що досягають м'язової мішені. За показниками латентності та швидкості проведення імпульсу можна судити про ступінь мієлінізації аксонів, час центрального проведення вказує на ступінь порушення провідності ушкодженим сегментом спинного мозку [1].

У нашому дослідженні з 36 хворих групи Frankel B відновлення рухів під впливом епідуральної електростимуляції ми отримали у 32 (88,9 %) хворих. У 6 (16,7 %) хворих відновлення рухів було суттєвим (сила м'язів зросла до 3 балів і вище), 5 (13,9 %) хворим вдалось відновити функцію ходи. Відновлення рухів супроводжувалось збільшенням амплітуди м'язової відповіді при ТМС та ЕНМГ від 16,5 до 28,6 % норми залежно від рівня ушкодження спинного мозку, зниженням латентності та центрального часу проведення імпульсу, збільшенням швидкості проведення. Слід відмітити, що з 5 хворих із відновленням функції ходи у 2-х застосовували метод анодальної електростимуляції поперекового потовщення спинного мозку з метою зниження спастичності. Можливо, цих хворих слід було б віднести до групи Frankel C, але через високу спастичність ми не могли оцінити наявність рухів у нижніх кінцівках.

У групі Frankel C у всіх хворих було покращення рухів під впливом епідуральної електростимуляції. Амплітуда м'язової відповіді зросла в цій групі в середньому в 2 рази і склала 50,1–61,9 % норми (залежно від рівня ушкодження спинного мозку). Таке зростання амплітуди М-відповіді свідчить про збільшення кількості функціонуючих м'язових одиниць, а отже – збільшення кількості функціую-

чих аксонів. Кіркова латентність у цій групі хворих знизилась в 1,3 раза, а швидкість проведення імпульсів зросла в середньому в 1,4 раза. Ці показники після проведеного лікування незначно відрізнялись від норми. Зниження латентності та збільшення швидкості проведення імпульсів вказує на відновлення мієлінової оболонки аксонів під впливом електростимуляції спинного мозку. На нашу думку, саме за рахунок ремієлінізації аксонів йде відновлення провідності та поліпшення рухів, адже показники латентності та швидкості проведення імпульсів майже відповідали нормі, тоді як амплітуда М-відповіді склала лише 50–60 % норми. Отже, збільшення кількості функціонуючих аксонів йшло переважно за рахунок відновлення мієлінових оболонок частково ушкоджених аксонів. Позитивна динаміка показника часу центрального проведення імпульсу теж вказує на поліпшення провідності ушкодженої ділянки спинного мозку.

Щодо залежності результатів відновлення рухів під впливом епідуральної електростимуляції від давності травми, то лише в групі хворих, що були оперовані в термін 3–6 місяців після травми, вони

були достовірно кращими, ніж у хворих, які були оперовані в більш пізні терміни. Це, на нашу думку, пов'язано з тим, що в період 3–6 місяців після травми здатність аксонів до регенерації вища, ніж у більш пізні терміни, коли йде виснаження нейротрофічних факторів та поглиблюються дистрофічні зміни в нейронах. Та незважаючи на це, отримані результати застосування епідуральної електростимуляції в пізні терміни травматичної хвороби спинного мозку (відновлення рухів на 11 і більше балів у 56,3 % хворих, оперованих через 3 і більше років після травми) дозволяють рекомендувати застосування даного методу незалежно від давності травми.

Висновки. 1. Епідуральна електростимуляція спинного мозку є ефективним методом відновлення рухів у хворих із частковим порушенням функції спинного мозку після його травматичного ушкодження.

2. У хворих із наслідками ушкодження грудних сегментів спинного мозку при високій спастичності анодальна стимуляція поперекового потовщення є ефективним методом зниження спастичності та відновлення рухів у нижніх кінцівках.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Евтушенко С.К. Метод транскраниальной магнитной стимуляции: новые возможности в диагностике и лечении заболеваний нервной системы / С.К. Евтушенко, Н.Е. Казарян, В.А. Симонян // *Нейронауки: теоретичні та клінічні аспекти.* – 2006. – № 1. – С. 90–95.
2. Никитин С.С. Магнитная стимуляция в диагностике и лечении болезней нервной системы / С.С. Никитин, А.Л. Куренков. – М., 2003. – 186 с.
3. Цимбалюк В.І. Трансплантація ембріональної нервової тканини як метод відновлення функцій спинного мозку після травми в експерименті / В.І. Цимбалюк, Л.Л. Чеботарьова, Ю.Я. Ямїнський // *Український нейрохірургічний журнал.* – 2002. – № 1. – С. 69–76.
4. Цимбалюк В.І. Реконструктивно-відновна хірургія спинного мозку / В.І. Цимбалюк, Ю.Я. Ямїнський. – К.: Авіцена. – 2009. – С. 59.
5. Fehlings M.G. The role and timing of early decompression for cervical spinal cord injury: update with a review of recent clinical evidence / M.G. Fehlings, R.G. Perrin // *Injury.* – 2005. – Vol. 36. – P. 13–26.
6. Guest J.D. The ability of human Schwann cell grafts to promote regeneration in the transected nude rat spinal cord / Guest J.D., Rao A., Olson O. // *Exp. Neurol.* – 1997. – Vol. 148. – P. 502–522.
7. Hamid S. Role of electrical stimulation for rehabilitation and regeneration after spinal cord injury: an overview / Hamid S., Hayek R. // *Eur. Spine.* – 2008. – Vol. 17. – P. 1256–1269.
8. Herman R. Spinal cord stimulation facilitates functional walking in a chronic, incomplete spinal cord injured / Herman R., He J., Luzansky S. // *Spinal Cord.* – 2002. – Vol. 40. – P. 65–68.
9. Krishnan R.V. Spinal cord injury repair research: a new combination treatment strategy / Krishnan R.V., Muthusamy R., Sankar V. // *Int. J. Neurosci.* – 2001. – Vol. 108. – P. 201–207.
10. Lavrov I. Facilitation of stepping with epidural stimulation in spinal rats: Role of Sensory Input / Lavrov I., Courtine G., Dy C. // *Journal of Neuroscience.* – 2008. – Vol. 28. – P. 7774–7783.
11. Lavrov I. Epidural stimulation induced modulation of spinal locomotor networks in adult spinal rats / Lavrov I., Dy C.J., Fong A.J. // *The Journal of Neuroscience.* – 2008. – Vol. 28. – P. 6022–6029.
12. McCaig C.D. Neurotrophins enhance electric field-directed growth cone guidance and directed nerve branching / McCaig C.D., Sagster L., Stewart R. // *Dev. Dyn.* – 2000. – Vol. 217. – P. 299–308.
13. Rabinowitz R.S. Urgent surgical decompression compared to methylprednisolone for the treatment of acute spinal cord injury: a randomized prospective study in beagle dogs / Rabinowitz R.S., Eck J.C., Harper C.M. Jr. // *Spine.* – 2008. – Vol. 33. – P. 2260–2268.
14. Ramon-Cueto A. Functional recovery of paraplegic rats and motor axon regeneration in their spinal cord by olfactory ensheathing glia / Ramon-Cueto A., Cordero M.I., Santos-Benito F.F. // *Neuron.* – 2000. – Vol. 25. – P. 425–435.
15. Shapiro S. Oscillating field stimulation for complete spinal cord injury in humans: a Phase 1 trial / Shapiro S., Borgens R., Pascuzzi R. // *J. Neurosurg. Spine.* – 2005. – Vol. 2. – P. 3–10.
16. Spinal cord reconstruction using NeuroGel implants and functional recovery after chronic injury / Woerly S., Doan V.D., Evans-Martin F. [et al.] // *J. Neurosci. Res.* – 2001. – Vol. 15, № 66. – P. 1187–1197.
17. Yoon S. Complete Spinal Cord Injury Treatment Using Autologous Bone Marrow Cell Transplantation and Bone Marrow Stimulation with Granulocyte Macrophage-Colony Stimulating Factor: Phase I/II Clinical Trial / Yoon S., Shim Y., Park Y. // *Eur. Spine J.* – 2009. – Vol. 20. – P. 1456–1469.

Отримано 8.12.10