



А. Е. Барыш, Я. А. Долуда,
Н. П. Исаева

ГУ «Институт патологии
позвоночника и суставов
им. проф. М. И. Ситенко НАМН
Украины», г. Харьков

© Коллектив авторов

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЙ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МЫШЦ ВЕРХНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ У ПАЦИЕНТОВ С ТРАВМАТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИЕЙ ШЕЙНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА

Резюме. Проведен анализ изменений биоэлектрической активности мышц верхних конечностей с помощью электромиографии у 37 больных с травматической деформацией шейного отдела позвоночника с целью выявления её зависимости от характера первичного повреждения, величины деформации и сроков её существования. Выявлено, что при инструментальном обследовании пациентов с неосложненными травматическими деформациями шейного отдела позвоночника в 33,3 % случаев определяются субклинические признаки неврологических нарушений в виде изменения биоэлектрической активности мышц верхних конечностей, чаще всего при DF и CF типах. Частота манифестации периферической неврологической симптоматики возможна при всех типах травматических деформаций в равной степени. Нарушение биоэлектрической активности мышц верхних конечностей может регистрироваться при любой степени величины угловой деформации в сагиттальной плоскости и на разных сроках её существования.

Ключевые слова: шейный отдел позвоночника, травматическая деформация, биоэлектрическая активность мышц верхних конечностей, электромиография.

Введение

Для нормального функционирования спинного мозга и его корешков необходим достаточный просвет позвоночного канала и канала спинномозгового корешка. При стойком изменении размеров этих пространств в результате травмы субаксиального шейного отдела позвоночника (ШОП) может появляться и прогрессировать неврологический дефицит. По данным литературы, он не всегда прямо коррелирует с величиной свежих травматических деформаций (ТД) ШОП [8, 12].

При прогрессировании ТД ШОП в результате ошибок диагностики и неправильно выбранной лечебной тактике происходит изменение формы позвоночного канала и канала корешка, что является фактором риска для появления неврологических расстройств. Исследование биоэлектрической активности мышц верхних конечностей в таких случаях имеет большое значение для оценки тяжести ТД ШОП и позволяет диагностировать нарушение их иннервации различной степени выраженности [6, 9, 10]. На сегодняшний день электромиография (ЭМГ) является ведущим неинвазивным методом оценки структурно-функционального состояния мышц в диагностике нервно-мышечных заболеваний [2]. Этот метод может применяться у пациентов с ТД ШОП без четкой клинической картины на-

рушения функции спинномозгового корешка, а также для дифференциальной диагностики причины нарушения функции мышц верхних конечностей [5].

Наряду с этим, многие специалисты недооценивают важность этого инструментального обследования, а взаимосвязи изменений биоэлектрической активности мышц верхних конечностей (БАМВК) при травматических кифотических деформациях ШОП в зависимости от характера повреждения, сроков и величины деформации в доступной специальной медицинской литературе в достаточной мере не освещены.

Цель работы

Проанализировать особенности изменения биоэлектрической активности мышц верхних конечностей у пациентов с различными вариантами травматической деформации шейного отдела позвоночника в зависимости от характера первичного повреждения, величины деформации и сроков её существования.

Материалы и методы исследований

Исследование биоэлектрической активности мышц верхних конечностей проводили 37 больным с ТД ШОП. Тип первичного повреждения определяли в соответствии с классификацией Allen с соавт. [10]. В соответствии



с этой классификацией дистракционно-флексионные повреждения (DF) были у 22 (59,4 %) пациентов, компрессионно-флексионные (CF) — у 10 (27 %), вертикально-компрессионные (VC) — у 5 (13,5 %) пациентов. Величину сегментарного шейного сагиттального контура (ШСК) и угловой деформации поврежденного позвоночного двигательного сегмента (ПДС) в сагиттальной плоскости измеряли в градусах по рентгенограмме в боковой проекции и классифицировали в соответствии с трехступенной классификацией величины угловой деформации [4, 14]. Величина угловой деформации в сагиттальной плоскости I степени (до 12°) была у 20 (54 %) больных, II степень ТД (12°-20°) — у 7 (18,9 %) больных, а III степень (больше 20°) — у 10 (27 %). Свежие (1–7 дней) ТД были у 3 (8,1 %) больных, несвежие (8–28 дней) ТД — у 11 (29,7 %) больных, а застарелые (более 28 дней) — у 23 (62,1 %) больных [7, 5]. Срок существования ТД у исследуемых больных составлял от 1 дня до 5 лет.

Неврологический дефицит оценивали в соответствии с разработанной в ИППС системой, степень выраженности цервикальной миелопатии — по JOA [1].

Регистрацию изменения БАМВК осуществляли с помощью электромиографа «DISA

ELECTRONIC» (Дания) с использованием биполярных поверхностных электродов синхронно с произвольным сокращением мышцы в реальном масштабе времени. Электроды размещали в зоне средней части исследуемой мышцы, вдоль хода её волокон, расстояние между электродами составляло 2 см. Электроды прикрепляли с помощью лейкопластыря или резинового бинта (рис. 1).

Обработка полученных сигналов проводилась на персональном компьютере Pentium-5, с помощью программного обеспечения, разработанного в среде "Delphi 6.0" по известным методикам [3]. Реализация данной методики обеспечивала относительную погрешность измерения БАМВК в пределах ± 10 мкВ.

Оценку БАМВК проводили с помощью автоматизированного анализа, который позволял вычислить среднюю амплитуду биопотенциалов за 1 секунду, частоту биопотенциалов в 1 секунду, и осуществляли качественный анализ структуры миограммы по известной методике [3]. Эта методика учитывает такие характеристики БАМВК, как частота, амплитуда и ритмичность биопотенциалов. Диагностические критерии БАМВК оценивали по стадийной классификации денервационных изменений в мышцах по Ю. С. Юсевичу в нашей модификации (табл. 1).

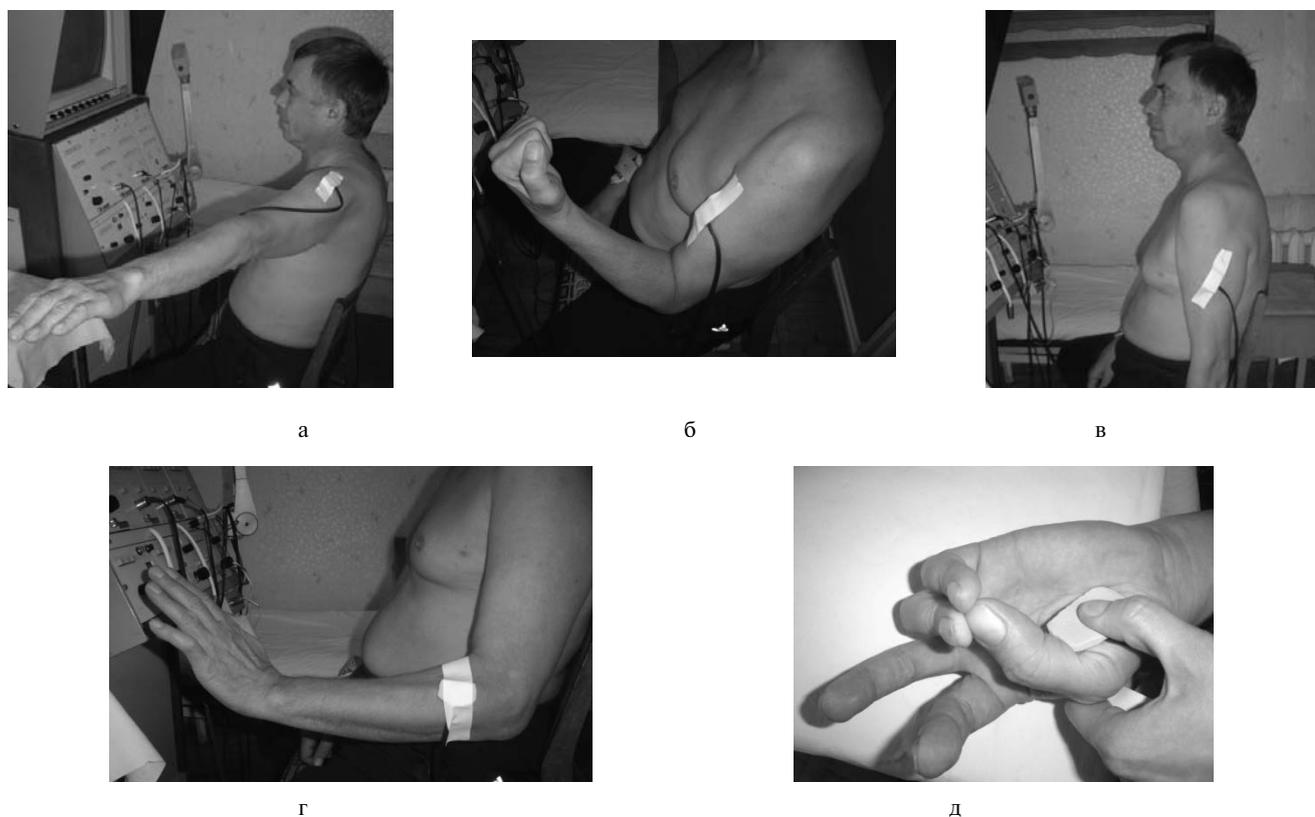


Рис. 1. Варианты наложения электродов для регистрации биоэлектрической активности мышц верхних конечностей: а — *m. deltoideus*; б — *m. biceps*; в — *m. triceps*; г — *m. extensor carpi radialis*; д — *m. hypothenar* (окончательная фиксация электрода на рисунке не показана)

Таблиця 1

Классификация оценки стадий денервационных изменений мышц (по Ю. С. Юсевич в нашей модификации)

Стадии	Диагностические критерии
0	Отсутствие денервационных изменений в мышце Частая ритмическая активность (>50/с), возникающая при произвольном сокращении мышцы и при напряжении других мышц. Амплитуда БАМВК достигает 1–2 мВ в зависимости от силы мышцы, площади регистрирующих электродов, расстояния между электродами и толщины подкожного жирового слоя
1	Начальная денервация мышцы Снижение амплитуды или частоты разрядов на ЭМГ. Амплитуда БАМВК составляет 500–1000 мкВ
2	Умеренная денервация мышцы Редкая ритмическая активность (21–50/с). Амплитуда БАМВК составляет 300–500 мкВ
3	Выраженная денервация мышцы Редкая ритмическая активность (6–20/с). Амплитуда БАМВК составляет 50–150 мкВ

В исследовании проводили определение зависимости изменений чувствительных, двигательных и рефлекторных нарушений в мышцах верхних конечностей от стадии денервационного процесса. Определяли зависимость изменений БАМВК от сроков существования ТД, её величины и типа ТД. Проводили сопоставление полученных данных с клинической симптоматикой, а также выявляли больных с нарушениями БАМВК без клинических признаков неврологических нарушений в мышцах верхних конечностей. Такие изменения считали субклиническими признаками неврологических расстройств.

При статистическом анализе количественных данных применяли методы нечисловой статистики (критерий χ^2 и его модификация – критерий V Крамера). Все исследования были выполнены с помощью программы Statistica 7.0 (StatSoft, США) [13].

Результаты исследований и их обсуждение

Среди исследуемых больных неосложненные ТД были у 12 (32,4 %) пациентов, периферические неврологические нарушения имели место у 16 (43,2 %) пациентов, а проводниковые – 9 (24,3 %) пациентов. Всем этим больным выполняли ЭМГ мышц верхних конечностей.

При DF типе ТД выполнено 22 (59,4 %) исследования, при CF типе ТД – 10 (27,0 %), при VC типе ТД – 5 (13,5 %). Количество проведенных ЭМГ исследований в подгруппах указано на рис. 2.

Установлено, что из 37 обследованных пациентов патологические изменения структуры ЭМГ были у 29 (78,3 %) больных, а у 8 (21,7 %) – отсутствовали. Наибольшее количество больных имели третью стадию изменений БАМВК – 11(30 %) больных и первую стадию изменений БАМВК – 10 (27 %) (рис. 3).

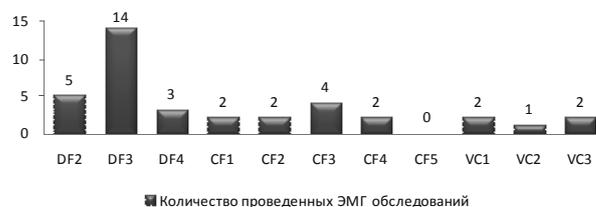


Рис. 2. Количество проведенных электромиографических исследований при различных подтипах травматических деформаций шейного отдела позвоночника

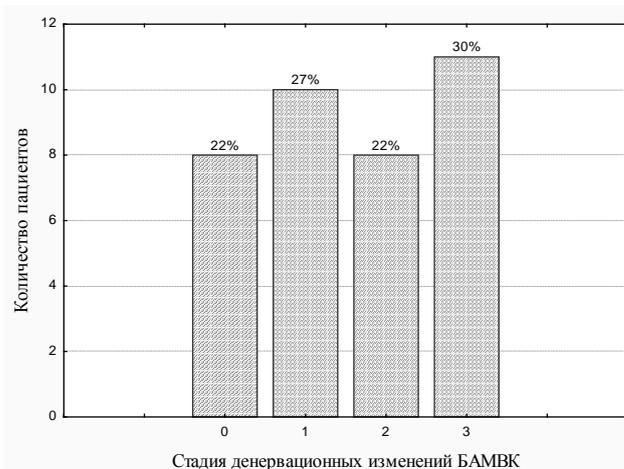


Рис. 3. Распределение пациентов в зависимости от степени выраженности денервационного процесса в мышцах верхних конечностей при травматических деформациях

У больных изменения БАМВК сопровождались чувствительными и двигательными нарушениями, а так же изменением в рефлекторной сфере – 25 (67,5 %) больных. Из них клинические проявления нарушений чувствительности были у 22 (59,46 %) больных, снижение мышечной силы в верхних конечностях – у 18 (48,6 %), а у 20 (50,05 %) – изменения в рефлекторной сфере. Изменения БАМВК отсутствовали у 8 (66,7 %) пациентов с неосложненными ТД. Таким образом, было выявлено, что среди неосложненных ТД было 4 (33,3 %) больных, с отсутствием клинических проявлений неврологического дефицита на фоне имеющихся изменений БАМВК. Субклинические признаки неврологических нарушений в трех случаях были при DF ТД различной величины и на разных сроках существования и в одном случае при застарелой CF 4 ТД III степени.

При отсутствии регистрируемых изменений биоэлектрической активности мышц верхних конечностей ни у одного больного клинически не выявляли чувствительных, двигательных или рефлекторных нарушений.

Выявлена достоверная зависимость снижения мышечной силы от увеличения стадии денервационного процесса ($\chi^2 = 9,66$ при $p = 0,001$). Также определяется достоверная



зависимость появления чувствительных нарушений в верхних конечностях от увеличения стадии денервационного процесса ($\chi^2 = 7,11$ при $p = 0,007$). Анализ взаимосвязи изменений в рефлекторной деятельности мышц верхних конечностей от увеличения стадии денервационного процесса показал достоверную статистически значимую зависимость этих показателей ($\chi^2 = 8,14$ при $p = 0,004$). Статистически значимую зависимость от стадии денервационного процесса отмечали для всех составляющих периферических неврологических нарушений. Таким образом, при измерении БАМВК и сопоставлении полученных данных с сопутствующей неврологической симптоматикой можно выявить субклинические формы неврологических нарушений, которые определяются только при инструментальном обследовании.

Нарушения БАМВК при DF типе ТД было у 17 (45,95 %) больных, при CF типе — у 7 (18,9 %) больных, а при VC — 5 (13,51 %) больных (табл. 2). Таким образом, для всех ТД, сопровождающихся периферической неврологической симптоматикой, в равной степени возможны нарушения БАМВК ($p > 0,05$).

Таблица 2

Манифестация неврологического дефицита у больных с изменениями биоэлектрической активности мышц верхних конечностей при разных типах травматических деформаций

Наличие неврологического осложнения	Тип травматической деформации					
	DF (n = 17)		CF (n = 7)		VC (n = 5)	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%
Неосложненные	3	17,6	1	14,2	0	0
Радикулопатия	9	52,9	4	57,1	3	60,0
Миелопатия	5	29,4	2	28,5	2	40,0

При угловой деформации в поврежденном ПДС в сагиттальной плоскости нарушение функции его нервных структур характеризовалось снижением мышечной силы верхних конечностей, что при ЭМГ исследовании проявлялось снижением амплитуды биоэлектрической активности мышц. При увеличении неврологического дефицита, связанного с ухудшением иннервации мышцы при ТД на ЭМГ отмечали снижение, как амплитуды, так и частоты следования регистрируемых биопотенциалов. Анализ зависимости изменений БАМВК от величины угловой деформации в сагиттальной плоскости не выявил достоверной статистически значимой корреляции этих показателей ($\chi^2 = 1,13$ при $p = 0,56$) (табл. 3). Таким образом, можно констатировать, что денервационные изменения в мышцах верхних конечностей возможны при любой величине угловой деформации в поврежденном ПДС в сагиттальной плоскости.

Таблица 3

Распределение больных с нарушением биоэлектрической активности мышц верхних конечностей в зависимости от величины угловой деформации в сагиттальной плоскости

Нарушение БАМВК (n = 37)	Величина травматической деформации					
	I степень		II степень		III степень	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%
нет	5	13,51	2	5,41	1	2,70
есть	15	40,54	5	13,51	9	24,32
Все группы	20	54,05	7	18,92	10	27,03

При свежих ТД нарушения БАМВК были у 2 (5,41 %) больных, при несвежих — 10 (27,0 %) больных, а при застарелых — у 17 (45,9 %). Анализ зависимости нарушений БАМВК от сроков существования ТД не выявил достаточной статистической значимости исследуемых показателей ($\chi^2 = 1,53$ при $p = 0,46$). Таким образом, можно констатировать, что появление денервационных изменений в мышцах верхних конечностей возможно на любых сроках существования ТД.

Наибольшее количество нарушений БАМВК третьей стадии было при несвежих 1125 и застарелых ТД у 11 (29,7 %) больных. В то же время, первая стадия денервационного процесса была у 8 (21,6 %) больных при несвежих и застарелых ТД, а вторая так же у 8 (21,6 %) пациентов при несвежих и застарелых ТД.

Выводы

1. Наиболее значимым ранним критерием неврологических расстройств в верхних конечностях при травматических деформациях шейного отдела позвоночника является изменение биоэлектрической активности мышц.

2. При инструментальном электромиографическом обследовании пациентов с неосложненными травматическими деформациями шейного отдела позвоночника в 33,3 % случаев определяются субклинические признаки неврологических нарушений в виде изменения биоэлектрической активности мышц верхних конечностей.

3. Наиболее часто изменения биоэлектрической активности мышц верхних конечностей встречаются при DF и CF типах травматической деформации.

4. Манифестация периферической неврологической симптоматики возможна при всех типах травматических деформаций в равной степени, при этом степень выраженности составляющих периферических неврологических расстройств зависит от стадии денервационного процесса ($p < 0,05$).

5. Нарушение биоэлектрической активности мышц верхних конечностей может встречаться при любой величине угловой деформации в сагиттальной плоскости и на разных сроках её существования и не имеет статистически значимых различий.



6. Частота встречаемости нарушений биоэлектрической активности мышц верхних конечностей разной степени тяжести при свежих и застарелых травматических деформациях не имеет статистических различий ($p > 0,05$).

ЛИТЕРАТУРА

1. Барыш А. Е. Современный подход к клинической оценке результатов хирургического лечения заболеланий и повреждений шейного отдела позвоночника в практике ортопеда-травматолога / А. Е. Барыш // *Международ. мед. журнал.* — 2007. — № 2. — С. 75–82.
2. Гайко О. Г. Електроміографічне дослідження в оцінці структурно-функціонального стану скелетних м'язів у хворих з прогресуючою м'язовою дистрофією / О. Г. Гайко, Ю. М. Гук, А. М. Зима // *Травма.* — 2009. — Т. 10, № 2. — С. 185–190.
3. Зенков Л. Р. Функциональная диагностика нервных болезней / З. Л. Ренков, М. А. Ронкин — М. : «Медицина». — 2004. — 488 с.
4. Норкин И. А. Алгоритм лечения больных с последствиями первично-неосложненной травмы шейного отдела позвоночника / И.А. Норкин, А. А. Чехонацкий, В. Г. Нинель // *Хирургия позвоночника.* — 2007. — № 1. — С. 8–12.
5. Осложненные повреждения шейного отдела позвоночника: диагностика и лечебная тактика / А. Н. Мазуренко, С. В. Макаревич, И. Р. Воронович, А. М. Петренко [и др.] // *Медицинские новости.* — 2008. — № 8. — С. 13–18.
6. Электромиографическое исследование мышечной активности у пациентов с болезнью Паркинсона и их родственников / И. Н. Карабань, Е. П. Луханина, Н. М. Березецкая, М. А. Чивликлий // *Международный неврологический журнал.* — 2011. — № 5. — С. 83–89.
7. Селиванов В. П. Диагностика и лечение вывихов шейных позвонков / В. П. Селиванов — М. : «Медицина» — 1971. — 327 с.
8. Cervical spondylotic myelopathy associated with kyphosis or sagittal sigmoid alignment: outcome after anterior or posterior decompression / K. Uchida, H. Nakajima, R. Sato [et al.] // *J. Neurosurg Spine.* — 2009. — Vol. 11, № 5. — P. 521-528.
9. Classification and surgical decision making in acute subaxial cervical spine trauma / A. A. Patel, R. J. Hurlbert, C. M. Bono [et al.] // *Spine.* — 2010. — Vol. 35, № 21. — P. 228–234.
10. Mechanistic classification of closed indirect fractures and dislocations of the lower cervical spine / B. L. Allen, R. L. Ferguson, R. Lehmann [et al.] // *Spine.* — 1982. — Vol. 7, № 1. — P. 1–27.
11. Mechanical patterns of cervical injury influence postoperative neurological outcome: a verification of the Allen system / H. Nakashima, Y. Yukawa, K. Ito [et al.] // *Spine.* — 2011. — Vol. 36, № 6. — P. 441–446.
12. Significance of acute posttraumatic bony encroachment of the neural canal / J. S. Keene, S. P. Fischer, R. Vanderby [et al.] // *Spine.* — 1989. — Vol. 14, № 8. — P. 799–802.
13. StatSoft.Inc [Электронный ресурс]: Электронный учебник по статистике: —М. — 2001. — Режим доступа: <http://www.StatSoft.ru/home/textbook/default.htm>.
14. White A. A. Clinical biomechanics of the spine / A. A. White, M. M. Panjabi [eds.]. — [2nd ed.] — Philadelphia — Tokyo: Lippincott Williams & Wilkins, 1990. — 752 p.



АНАЛІЗ ЗМІН
БІОЕЛЕКТРИЧНОЇ
АКТИВНОСТІ М'ЯЗІВ
ВЕРХНІХ КІНЦІВОК
У ПАЦІЄНТІВ З
ТРАВМАТИЧНИМИ
ДЕФОРМАЦІЯМИ
ШИЙНОГО ВІДДІЛУ
ХРЕБТА

*О. Є. Барिश,
Я. А. Долуда, Н. П. Ісаєва*

Резюме. Проведено аналіз змін біоелектричної активності м'язів верхніх кінцівок за допомогою електроміографії у 37 хворих з травматичною деформацією шийного відділу хребта з метою виявлення її залежності від характеру первинного пошкодження, величини деформації та строків її існування. Виявлено, що при інструментальному обстеженні пацієнтів з неускладненими травматичними деформаціями шийного відділу хребта в 33,3 % випадків визначаються субклінічні ознаки неврологічних порушень у вигляді зміни біоелектричної активності м'язів верхніх кінцівок, найчастіше при DF і CF типах. Частота маніфестації периферичної неврологічної симптоматики можлива при всіх типах травматичних деформацій в рівній мірі. Порушення біоелектричної активності м'язів верхніх кінцівок може реєструватися за будь-якого ступеня величини кутової деформації у сагітальній площині та на різних термінах її існування.

Ключові слова: *шийний відділ хребта, травматична деформація, біоелектрична активність м'язів верхніх кінцівок, електроміографія.*

THE ANALYSIS OF CHANGES
IN BIOELECTRICAL
ACTIVITY OF THE
MUSCLES OF THE UPPER
EXTREMITIES IN PATIENTS
WITH TRAUMATIC
DEFORMATION OF THE
CERVICAL SPINE

*A. E. Barysh,
Ya. A. Doluda, N. P. Isaeva*

Summary. The analysis of changes in bioelectrical activity of the muscles of the upper extremities was held with the help of electromyography in 37 patients with traumatic deformation of the cervical spine in order to identify its dependence on the nature of the initial damage, the amount of deformation and the terms of its existence. Revealed that in the instrumental evaluation of patients with uncomplicated traumatic deformation of the cervical spine in 33,3 % of cases determined subclinical signs of neurological disorders in the form of changes in the bioelectric activity of the muscles of the upper extremities, most often in the DF and CF types. Frequency of manifestation of peripheral neurologic symptoms is possible with all types of traumatic deformation equally. Violation of bioelectric activity of the muscles of the upper extremities may occur at any value of the angular deformation in the sagittal plane and at different terms of its existence.

Key words: *cervical spine, traumatic deformation, bioelectrical activity of muscles of upper extremities, electromyography.*