

Оценка нейрофизиологических и динамометрических показателей при лечении закрытых переломов ключицы методом чрескостного остеосинтеза

И.И. Мартель, К.В. Колчанов, Е.О. Дарвин

Evaluation of neurophysiological and dynamometrical parameters in treatment of closed clavicular fractures using transosseous osteosynthesis technique

I.I. Martel', K.V. Kolchanov, E.O. Darvin

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Российский научный центр "Восстановительная травматология и ортопедия" им. академика Г. А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган
(директор — д. м. н. А. В. Губин)

Цель исследования. Провести нейрофизиологическую и динамометрическую оценку эффективности лечения переломов ключицы методом чрескостного остеосинтеза на этапах лечения и в послеоперационном периоде. **Материалы и методы.** Обследовано 58 больных с закрытыми переломами ключицы, пролеченных методом Илизарова, в различные сроки после операции. Проведена оценка нейрофизиологических и динамометрических показателей. **Результаты.** Выяснено, что наибольшие изменения развиваются в m. biceps brachii. Восстановление силы кистевого схвата происходило к моменту снятия аппарата, а восстановление функции мышц плечевого пояса — в течение года после лечения. **Заключение.** Проведенные нейрофизиологические и динамометрические исследования объективно подтверждают высокую эффективность реабилитации методом чрескостного остеосинтеза пациентов с переломами ключицы, что позволяет рекомендовать его для более широкого применения в клиническую практику.

Ключевые слова: перелом ключицы, электромиография, динамометрия, чрескостный остеосинтез, метод Илизарова.

Purpose. To evaluate the effectiveness of clavicular fracture treatment by transosseous osteosynthesis at the stages of treatment and in the postoperative period neurophysiologically and dynamometrically. **Materials and Methods.** 58 patients with closed clavicular fractures treated by the Ilizarov method examined in different periods after surgery. Neurophysiological and dynamometrical parameters evaluated. **Results.** The greatest changes revealed to develop in m. biceps brachii. The recovery of the hand grasp strength occurred by the moment of the fixator removal, and the recovery of the shoulder girdle muscle function — within a year after treatment. **Conclusion.** The neurophysiological and dynamometrical studies objectively confirm the high effectiveness of rehabilitation of patients with clavicular fractures by transosseous osteosynthesis technique thereby allowing to recommend it for wider use in clinical practice.

Keywords: clavicular fracture, electromyography, dynamometry, transosseous osteosynthesis, the Ilizarov method.

ВВЕДЕНИЕ

Переломы ключицы составляют 3-19,5 % от всех переломов костей конечностей [1, 2, 5, 8, 10, 13]. Предложено несколько сотен способов их консервативного и оперативного лечения [1, 2, 5, 7, 11], что свидетельствует о неоднозначном мнении травматологов как в отношении их эффективности, так и в негативных последствиях и осложнениях при их применении.

Так, C.S. Neer (1960 г.) и C.R. Rowe (1968 г.) доложили о 0,1-0,8 % несращения при консервативном лечении переломов диафиза ключиц и назвали открытую репозицию этих переломов неуместной и являющейся главной причиной несращения [10, 11]. В последующие годы многие авторы опровергли эти положения. J.M. Hill (1997) и M. Zlowodzki (2005 г.) сообщили о 15 % несращения при консервативном лечении переломов ключицы со смещением [8, 13]. Увлечение погружными методами остеосинтеза при переломах ключицы в последние десятилетия привело к появлению новых осложнений — инфекционных, которые составляют, по данным литературы, 0,4-7,8 % [7]. P.J. Millett (2011) информировал о 8,6 % несращения при применении блокируемого интрамедуллярного стержня Rockwood [9].

Ряда негативных последствий возможно избежать при применении чрескостного остеосинтеза в лечении

переломов ключицы. Однако, несмотря на многочисленные публикации хороших и отличных результатов лечения, он не нашел широкого применения [1, 2, 5, 12]. Благодаря щадящему отношению к кости и мягким тканям, сроки сращения при чрескостном остеосинтезе переломов ключицы составляют 5-8 недель [1, 2, 5, 12], при интрамедуллярном остеосинтезе приближаются к 9-12 неделям [9], а при накостном остеосинтезе достигают 10-14 недель [7].

Использование электромиографических методик позволяет оценить функциональное состояние мышц плечевого пояса на различных этапах лечения. Н.Н. Шпаченко и соавторы продемонстрировали динамику состояния мышц плеча в ближайшем послеоперационном периоде при остеосинтезе ключицы стержневыми наружными фиксаторами [4]. Состояние нейромоторного аппарата верхней конечности в отдаленном послеоперационном периоде при чрескостном остеосинтезе переломов ключицы изучено недостаточно.

Цель исследования: провести нейрофизиологическую и динамометрическую оценку эффективности лечения переломов ключицы методом чрескостного остеосинтеза на этапах лечения и в послеоперационном периоде.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Методом глобальной электромиографии (ЭМГ) обследовано 58 больных с закрытыми переломами ключицы, пролеченных методом чрескостного остеосинтеза в клинике Центра «ВТО» им. академика Г.А. Илизарова с 2005 по 2012 год.

Возраст больных варьировал от 15 лет до 71 года (средний возраст $32,3 \pm 14,8$ года). Женщин было 8 (14 %), мужчин – 50 (86 %).

По локализации переломы ключицы распределялись следующим образом: диафиза – 53, акромиально-го конца ключицы – 4, грудинного конца ключицы – 1. Среди переломов диафиза ключицы оскольчатый характер имел место в 31 случае (58 %). Трое пациентов оперированы по поводу неправильно срастающихся переломов диафиза ключицы в сроки от одного до 1,5 месяцев после травмы.

Пациенты оперированы под проводниковой анестезией плечевого сплетения по Куленкампу в сроки от нескольких часов до 2-х суток после поступления в стационар. Методика закрытого чрескостного остеосинтеза ключицы по методу Илизарова применена у 45 больных. У 13 пациентов, в связи со сложным характером перелома, произведена открытая репозиция отломков с наложением аппарата для чрескостного остеосинтеза. Во всех случаях в каждый отломок ключицы вводилось по 3-4 консольных спицы диаметром 1,8 мм. У 47 больных для повышения стабильности фиксации перелома дополнительно вводилась интрамедуллярная спица диаметром 1,8 мм, диафиксирующая оба отломка закрытым (36 случаев) или открытым (11 случаев) способами.

После операции плечевой пояс иммобилизовался косыночной повязкой на срок 3-5 дней до купирования послеоперационных болей, после чего пациенты начинали заниматься лечебной физкультурой, направленной на восстановление объема движений в плече-

вом суставе и укрепление мышц верхней конечности. Средний срок стационарного лечения составил $5,1 \pm 2,7$ дня. На амбулаторном этапе курации проводились перевязки, рентгенография ключицы раз в 2-3 недели и контроль восстановления функции верхней конечности. Аппарат снимали после рентгенографии и проведения клинической пробы на консолидацию. Срок фиксации в аппарате у обследованных больных был $61,4 \pm 19,3$ дня, а период нетрудоспособности у работающих пациентов составил $86,8 \pm 25,8$ дня.

Нейрофизиологические исследования проводили после оперативного лечения, снятия аппарата, в ближайшем (до 1 года) и отдаленном (1 год и более) периодах. У каждого больного регистрировали среднюю амплитуду (СА) и частоту следования колебаний (ЧСК) суммарной ЭМГ *m. deltoideus*, *m. biceps brachii*, *m. triceps brachii*, зарегистрированной биполярно в условиях выполнения теста «максимальное произвольное напряжение». Дополнительно, в указанные сроки пациентам проводили динамометрию кисти. Для верификации полученных данных у 10 пациентов проведено исследование амплитуды (от пика до пика) униполярно зарегистрированных М-ответов в отведении от указанных мышц в отдаленном периоде наблюдений [3].

Используемое оборудование – цифровая система ЭМГ/ВП Viking-IV (Nicolet, США). В качестве контроля использованы показатели, полученные при исследовании соответствующих мышц контралатеральной конечности. Для оценки достоверности различия сопоставляемых выборок показателей использован непараметрический критерий Вилкоксона. Принятый уровень статистической значимости выводов – 0,05.

Для оценки состояния важнейшего функционального сегмента верхней конечности – кисти - нами был выбран показатель «сила кистевого хвата», измеренный механическим динамометром ДРП-90 (Н. Тагил, Россия).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При проведении нейрофизиологического исследования непосредственно после чрескостного остеосинтеза ключицы наблюдается достоверное снижение показателей глобальной ЭМГ исследуемых мышц в сравнении с контралатеральной конечностью (табл. 1). Наиболее выраженное нарушение функции наблюдается в отведении от *m. biceps brachii*, где значение СА составляет в среднем $41,1 \pm 5,9$ % от показателя контралатеральной мышцы, а значение ЧСК – $85,7 \pm 3,3$ %. Наименьшие изменения наблюдаются в *m. deltoideus*, где величина СА составила $68,5 \pm 10,5$ %, а ЧСК – $81,6 \pm 5,8$ % от контрольной величины. Наблюдаемое сочетание выраженного снижения СА мышцы, при относительно небольшом снижении ЧСК, позволяет исключить патологию мотонейрона и сделать вывод о периферическом генезе наблюдаемых неврологических расстройств [6]. Сила кисти пораженной конечности составила $87,9 \pm 3,1$ % от контрольного значения (табл. 2).

Ко времени сращения перелома объем движений в плечевом суставе на стороне повреждения достигал 60-90 % от интактной конечности. ЭМГ - обследование на этом этапе показало, что СА глобальной ЭМГ *m. deltoideus* не имеет достоверных отличий от контроль-

ных значений, в то время как дефицит функции других обследованных мышц сохраняется. Значение СА глобальной ЭМГ *m. biceps brachii* и *m. triceps brachii* достоверно увеличилось до $74,9 \pm 10,6$ % и $72,9 \pm 7,0$ % (соответственно) от контрольных величин (табл. 1). На этом этапе лечения наблюдается полное восстановление функции кисти. Сила кистевого хвата пораженной конечности составила $102,4 \pm 9,8$ % от контрольного значения (табл. 2).

Согласно полученным данным, в течение года после выписки пациента из стационара происходит восстановление всех анализируемых показателей до уровня, характерного для интактной конечности. Полученные результаты сохраняются и в отдаленном периоде наблюдений (табл. 1).

Дополнительно, для верификации полученных данных, у 10 пациентов проведено исследование амплитуды М-ответов в отведении от указанных мышц в отдаленном периоде наблюдений. Наибольшие остаточные изменения со стороны пораженной конечности зарегистрированы в отведении от *m. deltoideus* (снижение М-ответа до $80,1 \pm 2,3$ % от показателя интактной конечности). В отведении от *m. biceps brachii* и *m. triceps*

brachii остаточное снижение М-ответа составило $89,0 \pm 3,7$ % и $93,0 \pm 2,2$ % соответственно. Полученные данные показывают, что у всех пациентов показатели травмированной и интактной конечностей не имели достоверных различий (табл. 3).

Клиническая оценка результатов лечения проводилась по 4-х балльной системе [5]. Отличные результа-

ты достигнуты у 43 больных (74,1 %), хорошие – у 12 (20,7 %), удовлетворительные – у 3 (5,2 %) пациентов. Удовлетворительными результатами считали сращение ключицы под углом более 200 и/или со смещением по ширине более чем на 1/2 диаметра кости, когда имелаась заметная деформация надплечья, но при этом функция верхней конечности была полной.

Таблица 1

Характеристики суммарной ЭМГ мышц плеча у пациентов с переломом ключицы на разных этапах лечения ($M \pm m$)

Объекты исследования	Показатель	Сроки обследования			
		после операции	после снятия аппарата	ближайший результат	отдаленный результат
m. deltoideus	A (мВ)	$0,53 \pm 0,07^*$	$0,81 \pm 0,17$	$0,95 \pm 0,20\#$	$1,2 \pm 0,18\#$
	ЧСК (кол/сек)	$146 \pm 11^*$	$164 \pm 15^*$	157 ± 14	168 ± 15
m. biceps br.	A (мВ)	$0,61 \pm 0,09^*$	$1,12 \pm 0,17^*\#$	$1,08 \pm 0,27\#$	$1,57 \pm 0,22\#$
	ЧСК (кол/сек)	$181 \pm 13^*$	$192 \pm 14^*$	215 ± 19	173 ± 21
m. triceps br.	A (мВ)	$0,41 \pm 0,05^*$	$0,61 \pm 0,11^*\#$	$0,55 \pm 0,06\#$	$0,91 \pm 0,19\#$
	ЧСК (кол/сек)	$183 \pm 10^*$	$213 \pm 12\#$	$216 \pm 15\#$	$227 \pm 17\#$

Примечания: А – амплитуда; ЧСК – частота следования колебаний; * – достоверное отличие показателя от значения контралатеральной конечности; # – достоверное отличие показателя от исходного значения.

Таблица 2

Показатели силы кистевого хвата (кг) у пациентов с переломом ключицы на разных этапах лечения ($M \pm m$)

Сроки обследования	Интakтная конечность	Пораженная конечность	Достоверность различий
После операции	$46,8 \pm 2,7$	$40,4 \pm 2,4$	$P < 0,01$
После снятия аппарата	$52,1 \pm 3,2$	$48,9 \pm 2,4$	$P < 0,05$
Ближайший результат	$40,8 \pm 6,0$	$41,3 \pm 4,5$	$P > 0,05$
Отдаленный результат	$49,4 \pm 2,2$	$49,2 \pm 4,7$	$P > 0,05$

Таблица 3

Показатели вызванной активности (М-ответ) мышц плеча у пациентов с переломом ключицы в отдаленном периоде наблюдения ($M \pm m$)

Объекты исследования	Показатель	Пораженная конечность	Интakтная конечность
m. deltoideus	A (мВ)	$16,9 \pm 2,8$	$21,0 \pm 2,5$
m. biceps br.	A (мВ)	$21,0 \pm 3,5$	$23,6 \pm 4,0$
m. triceps br.	A (мВ)	$29,8 \pm 2,1$	$30,2 \pm 2,7$

Примечание: А – амплитуда.

ВЫВОДЫ

1. При переломе ключицы наибольшие изменения, заключающиеся в снижении средней амплитуды и частоты следования колебаний глобальной электромиографии, развиваются в m. biceps brachii.

2. При лечении переломов ключицы методом чрескостного остеосинтеза, восстановление силы кистевого схвата происходит к моменту снятия аппарата, а восстановление функции мышц плечевого пояса – в

течение года после лечения.

Таким образом, проведенные нейрофизиологические и динамометрические исследования объективно подтверждают высокую эффективность реабилитации методом чрескостного остеосинтеза пациентов с переломами ключицы, что позволяет рекомендовать его для более широкого применения в клиническую практику.

ЛИТЕРАТУРА

- Бейдик О. В., Евдокимов М. М., Ромакина Н. А. Оперативное лечение переломов ключицы с использованием аппаратов внешней фиксации // Гений ортопедии. 2003. № 2. С. 45-50.
Beidik OV, Evdokimov MM, Romakina NA. Operativnoe lechenie perelomov kluchitsy s ispol'zovaniem apparatov vneshnei fiksatsii [Surgical treatment of clavicular fractures using external fixators]. Genij Ortopedii. 2003;(2):45-50.
- Гончаренко В. В., Юрченко В. Ю., Сергеев К. С. Чрескостный остеосинтез переломов и вывихов ключицы авторскими компоновками аппарата Илизарова в условиях Крайнего Севера // Травматология, ортопедия и протезирование в Западной Сибири. 2007. № 1(2). С. 13-17.
Goncharenko VV, Iurchenko VYu, Sergeev KS. Chreskostnyy osteosintez perelomov i vyvikhov kluchitsy avtorskimi komponovkami apparata Ilizarova v usloviakh Krainego Severa [Transosseous osteosynthesis of clavicular fractures and dislocations using the authors' configurations of the Ilizarov fixator under the conditions of the Far North]. Travmatologiya, ortopediya i protezirovaniye v Zapadnoi Sibiri. 2007;1(2):13-17.
- Команцев В. Н., Заболотных В. А. Методические основы клинической электронейромиографии : рук. для врачей. СПб. : Лань, 2001. 349 с.
Komantsev VN, Zabolotnykh VA. Metodicheskie osnovy klinicheskoy elektroneiromiografii : ruk. dlia vrachei [Methodological basics of clinical electroneuromyography: guide for physicians]. SPb: Lan'. 2001. 349 s.
- Оценка эффективности лечения переломов ключицы электрофизиологическими методами / Н. Н. Шпаценко, В. Ю. Чернецкий, В. Ю. Черныш, Ф. В. Климовицкий, Е. В. Коваленко, Г. Е. Колесниченко // Травма. 2008. Т. 9, № 3. С.276-281.

Shpachenko NN, Chernetskii Vlu, Chernysh Vlu, Klimovitskii FV, Kovalenko EV, Kolesnichenko GE. Otsenka effektivnosti lecheniia perelomov kliuchitsy elektrofiziologicheskimi metodami [Evaluation of the effectiveness of clavicular fracture treatment by electrophysiological methods]. *Travma*. 2008;9(3):276-281.

5. Сушко Г. С. Аппарат для чрескостного остеосинтеза // Ортопедия, травматология и протезирование. 1977. № 2. С. 64-66.
Sushko GS. Apparat dlia chreskostnogo osteosinteza [A device for transosseous osteosynthesis]. Ortopediia, travmatologiya i protezirovanie. 1977;(2):64-66.
6. Шейн А. П., Криворучко Г. А. Алгоритмический подход к идентификации структурных типов суммарной ЭМГ // Материалы XXVI научно-практической конференции врачей Курганской области. Курган, 1993. С. 113-114.
Shein AP, Krivoruchko GA. Algoritmicheskii podkhod k identifikatsii strukturnykh tipov summarnoi EMG [An algorithmic approach to identification of total EMG structural types]. In: Materialy XXVI nauchno-prakticheskoi konferentsii vrachei Kurganskoi oblasti. Kurgan. 1993. s. 113-114.
7. Duncan SF, Sperling JW, Steinmann S. Infection after clavicle fractures. *Clin Orthop Relat Res*. 2005;(439):74-78.
8. Hill JM, McGuire MH, Crosby LA. Closed treatment of displaced middle-third fractures of the clavicle gives poor results. *J Bone Joint Surg Br*. 1997;79(4):537-539.
9. Millett PJ, Hurst JM, Horan MP, Hawkins RJ. Complications of clavicle fractures treated with intramedullary fixation. *J Shoulder Elbow Surg*. 2011;20(1):86-91. doi: 10.1016/j.jse.2010.07.009.
10. Neer CS 2nd. Nonunion of the clavicle. *J Am Med Assoc*. 1960;172:1006-1011.
11. Rowe CR. An atlas of anatomy and treatment of midclavicular fractures. *Clin Orthop Relat Res*. 1968;58:29-42.
12. Schuind F, Pay-Pay E, Andrianne Y, Donkerwolcke M, Rasquin C, Burny F. External fixation of the clavicle for fracture or non-union in adults. *J Bone Joint Surg Am*. 1988;70(5):692-695.
13. Zlowodzki M, Zelle BA, Cole PA, Jeray K, McKee MD. Treatment of acute midshaft clavicle fractures: systematic review of 2144 fractures: on behalf of the Evidence-Based Orthopaedic Trauma Working Group. *J Orthop Trauma*. 2005;19(7):504-507.

Рукопись поступила 07.12.2012.

Сведения об авторах:

1. Мартель Иван Иванович – ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, заведующий научно-клинической лабораторией травматологии, д. м. н.
2. Колчанов Константин Витальевич. – ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, научный сотрудник лаборатории физиологии движений и нейрофизиологии, к. м. н.
3. Дарвин Евгений Олегович – ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, врач травматолог-ортопед травматолого-ортопедического отделения № 1; e-mail: eodarvin@mail.ru.