

УДК 617.574.612)-71

СУХИН Ю.В.¹, БОДНЯ А.И.¹, БАККАР ТАРЕК¹, ДАНИЛОВ П.В.¹, КРИВЕНКО С.Н.²¹Одесский национальный медицинский университет²НИИТО Донецкого национального медицинского университета им. М. Горького

ЦИФРОВОЙ УГЛОМЕР-РОТАТОМЕТР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФУНКЦИИ ПРЕДПЛЕЧЬЯ

Резюме. В связи с несовершенством средств для определения функции предплечья на кафедре разработан цифровой угломер-ротатометр, который использовали для сравнительной оценки функциональных результатов лечения при обследовании двух групп наблюдаемых больных. Основную группу составили 12 пациентов, которым был выполнен раздельный чрескостный остеосинтез разработанным нами аппаратом внешней фиксации стержневого типа. Контрольную группу сравнения составили 25 человек, которым выполнен накостный остеосинтез различными пластинами. Анализ исходов показал функциональные преимущества односторонних устройств с раздельной фиксацией на стержневой основе, при использовании которых ротационные контрактуры 1-й степени сохранялись лишь до 3 недель после оперативного вмешательства.

Ключевые слова: угломер-ротатометр, функция предплечья.

Введение

Амплитуда ротации предплечья является объективным критерием оценки восстановления функции верхней конечности после переломов костей предплечья, а также критерием эффективности оперативных и других средств, применяемых на этапах лечения. В условиях стационара или лабораторий биомеханики для определения объема движений в локтевом и лучезапястном суставах обычно применяют угломеры различных систем (Рихтера, Мельтгена) на шарнире, с выдвигаемыми браншами, дисковые и др. Данные измерений, произведенных этими приборами, недостаточно точны — ошибка может достигать 5° [2]. Кроме того, с помощью обычных угломеров вообще невозможно измерение ротационных движений. Для измерения пронации и супинации предплечья предложены ротатометры различных конструкций [1–5]. Безусловно, измерение объема движений сначала одним инструментом (угломером), затем другим (ротатометром) удлиняет время исследования пациента.

По мнению П.И. Герасимова [3], имеющиеся приборы для измерения ротации предплечья (Л.П. Николаева, В.А. Гамбурцева, П.П. Дьяконова, В.Я. Моськина) страдают одним недостатком — громоздкостью, что ограничивает их применение в поликлинических условиях.

Н.Ф. Тольцинер [5] обращает внимание на то, что конструкции угломеров и ротатометров, выпускаемые промышленностью, недостаточно точны при измерениях и неудобны для использования. Кроме того, при различной патологии локтевого сустава ротационные движения предплечья могут зависеть от сгибания или разгибания предплечья под определенным углом, что

невозможно зарегистрировать с помощью данных конструкций угломеров и ротатометров.

Материалы и методы

В связи с несовершенством представленных средств для определения функции предплечья и смежных сегменту суставов нами на кафедре разработан и применяется в клинике универсальный цифровой угломер-ротатометр (заявка на выдачу патента от 06.03.2014, исход. № 20/359), в котором устранены перечисленные выше недостатки.

Регистрацию полученных данных измерения подвижности в суставах производили по международному нейтральному ноль-проходящему методу SFTR (нейтральный — 0°; S — движения в сагиттальной плоскости; F — движения во фронтальной плоскости; R — ротационные движения). Объем нормальных движений в суставах, по данным литературы, возможен в следующих пределах [6]:

- локтевой сустав:
 - разгибание/сгибание — S: 0/10°/150° (амплитуда 140–150°);
 - наружная/внутренняя ротация — R: 80–90°/0/80–90° (амплитуда 160–180°);
- лучезапястный сустав:
 - разгибание/сгибание кисти — S: 70°/0/80° (амплитуда 150°);

© Сухин Ю.В., Бодня А.И., Баккар Тарек, Данилов П.В., Кривенко С.Н., 2014

© «Травма», 2014

© Заславский А.Ю., 2014

Таблиця 1. Степень ограничения функции предплечья

Сустав	Движение	Степень ограничения амплитуды (в градусах)		
		Первая	Вторая	Третья
Локтевой	Разгибание/сгибание	≥ 120	90–119	< 90
	Супинация/пронация	≥ 140	100–139	< 100
Лучезапястный	Разгибание/сгибание	≥ 120	80–119	< 80
	Отведение/приведение	≥ 40	20–39	< 20

- ульнарное/радиальное отведение — F: 30°/0/20° (амплитуда 50°).

На основании показателей амплитуды движения мы выделили три степени ограничения функции в суставах предплечья (табл. 1).

Разработанное нами устройство (рис. 1А) состоит из корпуса (1), в котором расположены микроконтроллер и цифровой гироскоп, ЖК-дисплей (2), клавиша для включения/выключения питания (3), клавиша для выбора исследуемой функции и сброса значений на ноль (4) (правая и левая), светодиод для определения нулевого положения конечности (5), разъем для подключения зарядного устройства (6) и крепление (7) для фиксации устройства на верхней конечности пациента.

Принцип работы предложенного устройства основан на измерении угловой скорости трехосевым цифровым гироскопом. Полученное значение интегрируется по времени микроконтроллером с программой управления и расчета углов, в результате чего получаем значение угла, на который было повернуто устройство. Поскольку датчик измеряет угловую скорость по трем взаимоперпендикулярным осям, то имеется возможность измерить объем движений в суставе в соответствующем направлении.

Необходимыми общими условиями для исследования функции суставов являются:

- 1) неподвижность устройства после включения питания, которое производит калибровку нуля (рис. 1Б);
- 2) по завершении калибровки на ЖК-дисплее появляется сообщение о готовности устройства к работе;
- 3) во время исследования датчик измеряет угловую скорость в абсолютных координатах, поэтому другие

суставы должны оставаться неподвижными для исключения погрешности в полученных результатах;

4) нажатие соответствующей клавиши (правое или левое предплечье) позволяет на экране выбрать необходимую для исследования функцию сустава;

5) исследование функции одного из суставов начинают с нулевой установки, которая определяется по возникновению зеленого светового сигнала;

6) нажав кратковременно клавишу, пациент совершает максимальный объем движений в исследуемом суставе, после чего автоматически на ЖК-дисплее появляются результаты в виде таблицы, на которой представлены углы поворота каждого вида движения в градусах с указанием его амплитуды, выводится информация по норме или степени ограничения функции в выбранном направлении;

7) значения измерений запоминаются, затем выбирают для определения следующую функцию сустава и продолжают исследование.

Исследования функции предплечья производят следующим образом:

— для определения объема пронационно-супинационных движений предплечья устройство фиксируют на кисти пациента и выбирают на ЖК-дисплее функцию «ротация». Измерения производят в исходном положении предплечья, согнутом в локтевом суставе под прямым углом, и установке кисти в среднефизиологическом положении. Плечо и локоть приводят к грудной клетке, чтобы исключить движения в локтевом и плечевом суставах. После появления зеленого светового сигнала (нулевая установка) нажимают на клавишу выбора функции и ротируют предплечье, измеряя

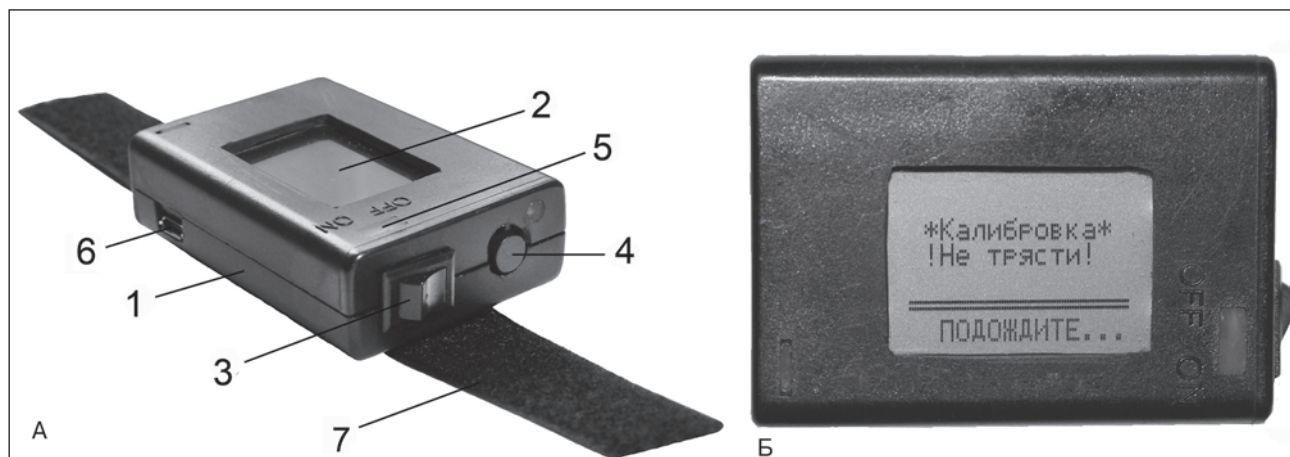


Рисунок 1. Угломер-ротатометр для определения объема движений в суставах

вначале допустимые вращательные движения кисти кнаружи (рис. 2А), затем кнутри (рис. 2Б). Цифровые данные отображаются на ЖК-дисплее (рис. 2В) в исходном положении;

— для определения объема движений в лучезяпестном суставе устройство фиксируют на кисти, предплечье должно быть неподвижным. Выбирают на ЖК-дисплее функцию «сгибание кисти». Исходное положение при измерении движений в сагиттальной плоскости — установка кисти по оси предплечья в положении пронации. После появления светового сигнала (нулевая установка) нажимают на клавишу выбора функции и регистрируют максимальное движение в направлении тыльной флексии кисти (рис. 3А), затем ладонной флексии кисти (рис. 3Б). Полученные цифровые данные отображаются на ЖК-дисплее (рис. 3В) в исходном положении;

— при измерении движений в лучезяпестном суставе во фронтальной плоскости предплечье должно быть

неподвижным. Выбирают на ЖК-дисплее функцию «отведение», устанавливают кисть по оси предплечья в положении пронации и после появления светового сигнала (нулевая установка) нажимают на клавишу выбора функции и определяют отведение кисти в сторону локтевой кости — ульнарная девиация (рис. 4А) и ее приведение в сторону лучевой кости — радиальная девиация (рис. 4Б). Цифровые данные регистрируют на ЖК-дисплее (рис. 4В) в исходном положении;

— для определения объема движений в локтевом суставе устройство фиксируют на предплечье так, чтобы исключить движения в лучезяпестном суставе. Выбирают на ЖК-дисплее функцию «сгибание локтевого сустава». Исходным во время измерения является разгибание предплечья (рис. 5А) в локтевом суставе, при этом рука приведена и находится вдоль туловища в среднем положении предплечья между пронацией и супинацией (большой палец направлен кпереди).

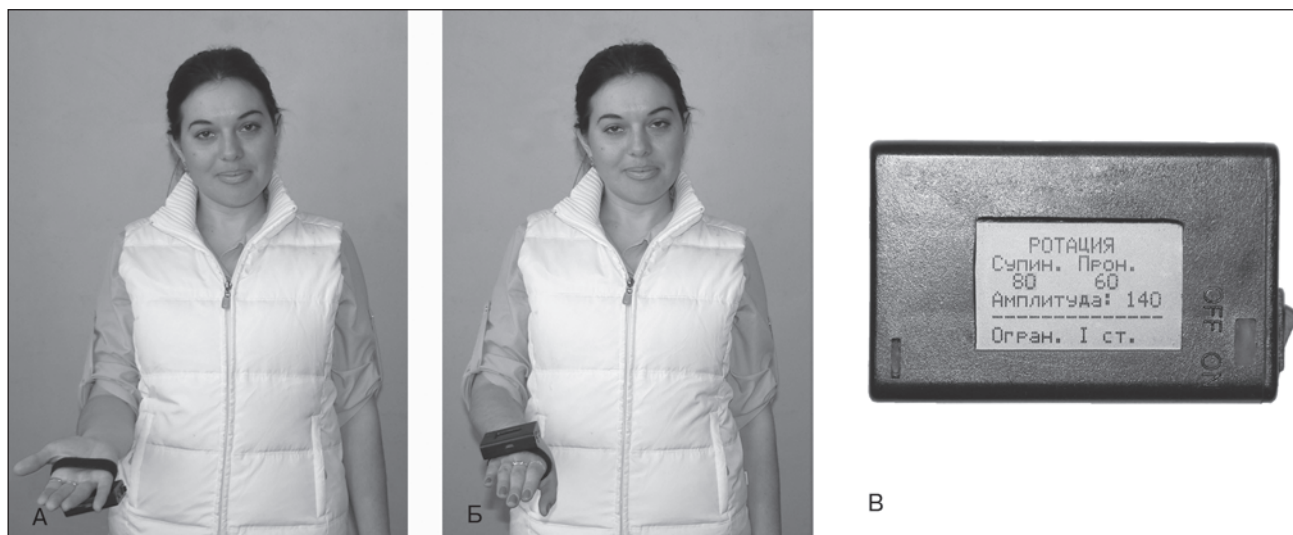


Рисунок 2. Определение ротационной функции предплечья: А — супинация; Б — пронация; В — полученные значения

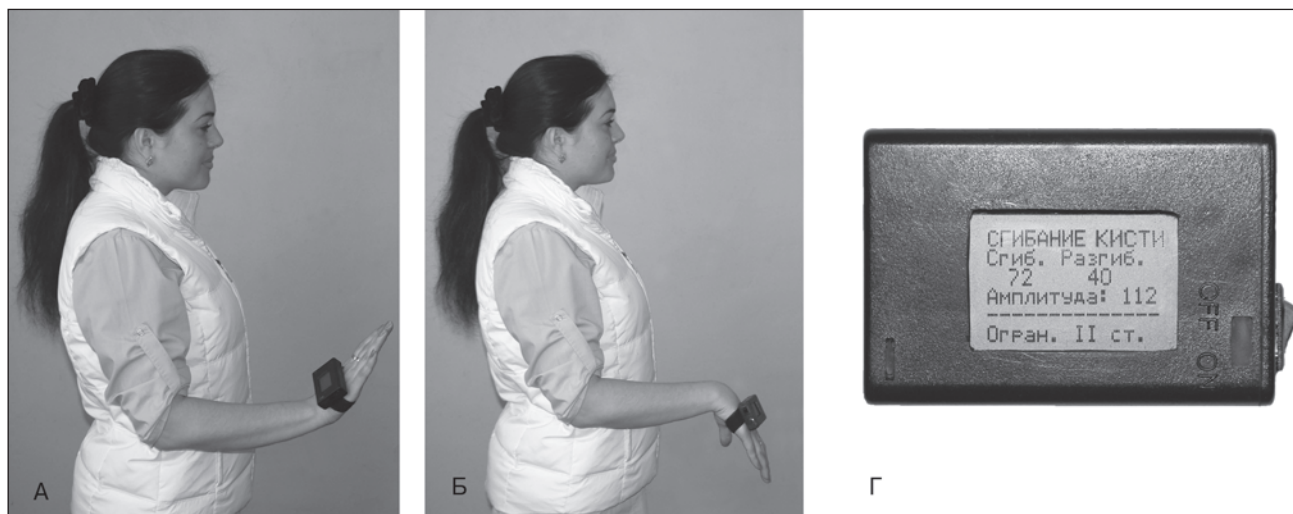


Рисунок 3. Определение объема движений в лучезяпестном суставе: А — разгибание; Б — сгибание; В — полученные значения

После появления светового сигнала (нулевая установка) нажимают на клавишу выбора функции и производят сгибание (рис. 5Б) до максимально возможного угла, цифровые данные которого регистрируются на ЖК-дисплее (рис. 5В) в исходном положении.

С целью исключения аггравации, при которой показатели угла поворота в градусах будут разными, исследования движений необходимо повторить. Только лишь при истинных контрактурах показатели будут неизменными.

Результаты и их обсуждение

Разработанное устройство применяется нами с 2013 года при обследовании двух групп наблюдаемых

больных. Первую (контрольную) группу сравнения составили 25 человек, которым выполнен накостный остеосинтез различными пластинами, и 12 пациентам второй (основной) группы выполнен раздельный чрескостный остеосинтез разработанным нами аппаратом внешней фиксации стержневого типа (патент Украины на полезную модель № 87 293 от 10.02.2014). Полученные данные сравнивали с результатами традиционного определения объема движений в суставах поврежденной верхней конечности, кроме ротационных, с помощью стандартного угломера.

Исходы лечения больных контрольной группы с переломами костей предплечья были изучены в сроки от 2 недель до 2 лет. При оценке функциональных ре-

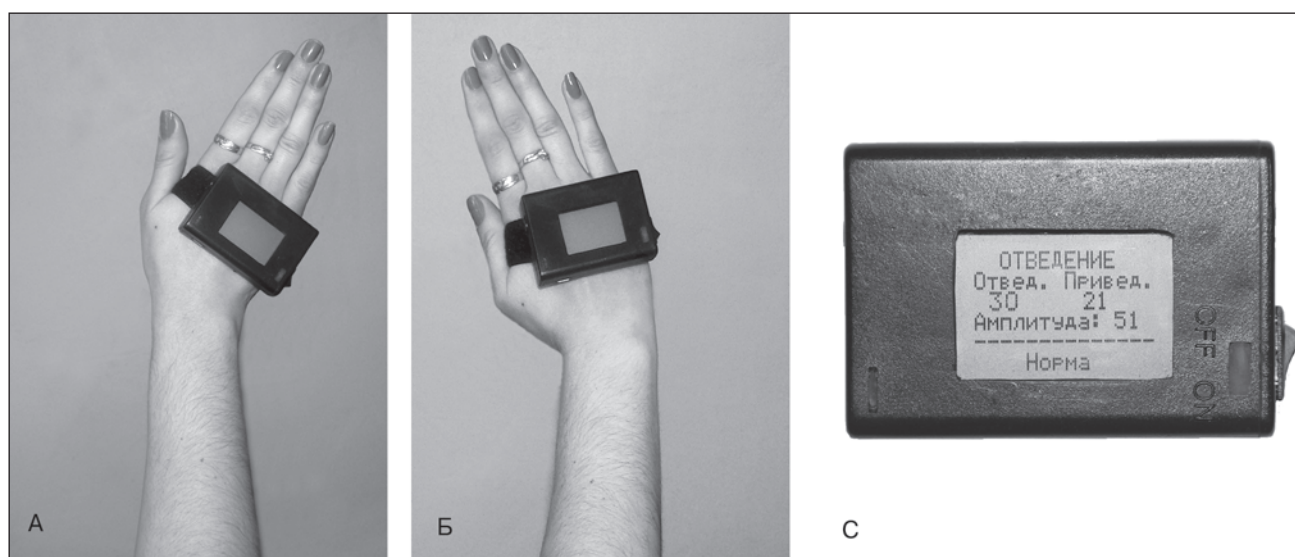


Рисунок 4. Определение объема движений в лучезапястном суставе: А — отведение; Б — приведение; В — полученные значения

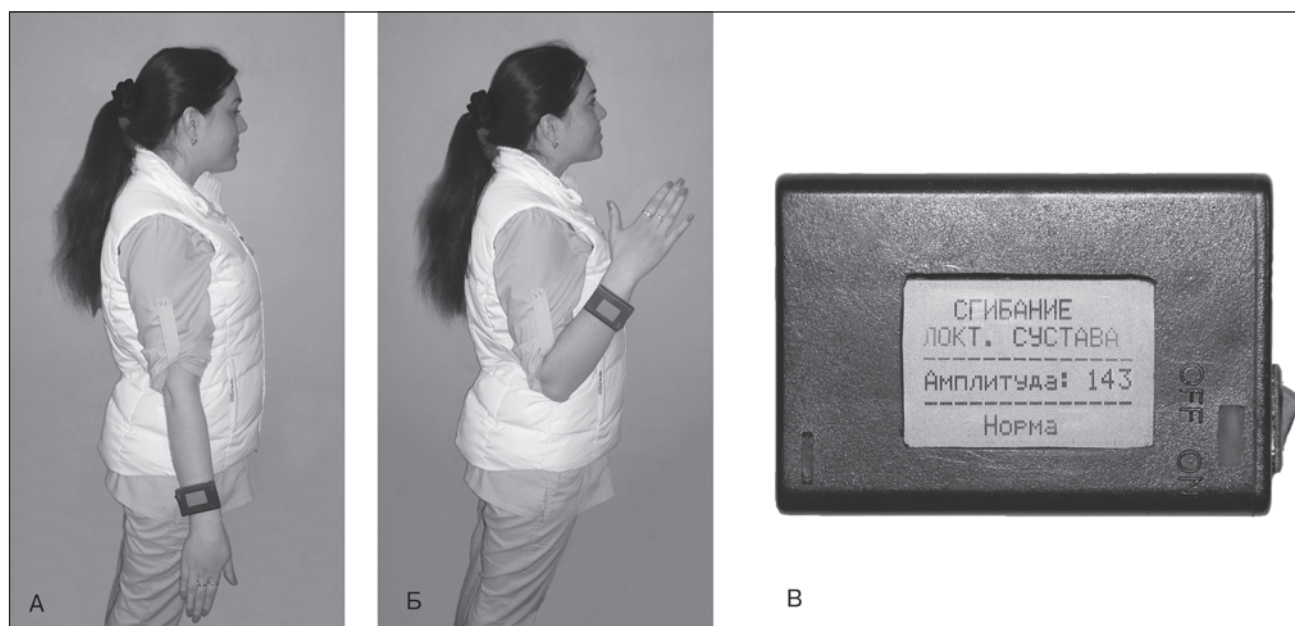


Рисунок 5. Определение объема движений в локтевом суставе: А — разгибание; Б — сгибание; В — полученные значения

зультатов лечения в раннем послеоперационном периоде у всех пациентов отмечались ротационные ограничения движений в лучезапястном суставе 2-й степени, и у 20 из них — в локтевом суставе 1-й степени в связи с наличием гипсовой иммобилизации. По снятии гипсовой повязки им были рекомендованы усиленные занятия лечебной физкультурой (ЛФК) и физиопроцедуры. В сроки от 3 месяцев до 1 года сохранялись ротационные контрактуры 1-й степени у 5 пациентов с переломами обеих костей предплечья в нижней либо верхней трети. При оценке отдаленных результатов до 2 лет после оперативного вмешательства у всех обследованных пациентов функция в локтевом и лучезапястном суставах на стороне повреждения была в полном объеме.

Функциональные исходы лечения больных основной группы с переломами костей предплечья были проанализированы нами в сроки от 2 дней после операции до 1 года. В раннем послеоперационном периоде мы отметили у всех пациентов ротационные ограничения движений только в лучезапястном суставе 1-й степени. После проведенных занятий ЛФК и физиопроцедур в течение 3 недель объем движений в локтевом и лучезапястном суставах был восстановлен в полном объеме. Больные полностью могли себя обслуживать без ограничений в течение всего периода фиксации аппаратом поврежденных костей предплечья. Проведение восстановительного лечения после демонтажа аппарата не потребовалось.

Полученные при измерениях данные объема движений в суставах с помощью стандартного угломера практически не отличались от цифрового, однако методика проведения технически явно уступала по времени проведения исследования и ограничивала удобства при его использовании.

Выводы

Данный угломер-ротатометр заменяет отдельно существующие угломеры и ротатометры, предоставляя наиболее точные результаты исследования за счет современных цифровых технологий.

Прибор портативный, удобный в применении и может быть карманным прибором ортопедов-травматологов наряду с другим набором измерительных инструментов, а также он доступен для врачей медико-социальной экспертизы в повседневной практике.

Список литературы

1. Галеев Ф.Ш. Новое в лечении больных с диафизарными переломами костей предплечья: дис... канд. мед. наук: 14.00.22 / Галеев Фарид Шамильевич. — Самара, 2005. — 170 с.
2. Гамбурцев В.А. Гониометрия человеческого тела / В.А. Гамбурцев. — М.: Медицина, 1973. — 200 с.
3. Герасимов П.И. Портативный ротатометр / П.И. Герасимов // Ортопедия, травматология и протезирование. — 1965. — № 5. — С. 79.
4. Прокин Б.М. Устройство для определения функции предплечья (ротатометр) / Б.М. Прокин, В.Г. Яблонский // Ортопедия, травматология и протезирование. — 1986. — № 5. — С. 40-41.
5. Тольцинер Н.Ф. Угломер-ротатометр / Н.Ф. Тольцинер // Ортопедия, травматология и протезирование. — 1989. — № 11. — С. 76.
6. Маркс В.О. Ортопедическая диагностика: руководство для врачей / В.О. Маркс. — Минск: Наука и техника, 1978. — 512 с.

Получено 11.05.14 ■

Сухін Ю.В.¹, Бодня О.І.¹, Баккар Тарек¹, Данилов П.В.¹, Кривенко С.М.²

¹Одеський національний медичний університет

²НДІТО Донецького національного медичного університету ім. М. Горького

ЦИФРОВОЙ КУТОМІР-РОТАТОМЕТР ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІЇ ПЕРЕДПЛІЧЧЯ

Резюме. У зв'язку з недосконалістю засобів для визначення функції передпліччя на кафедрі розроблено цифровий кутомір-ротатометр, що використали для порівняльної оцінки функціональних результатів лікування при обстеженні двох груп хворих, за якими спостерігали. Основну групу становили 12 пацієнтів, яким був виконаний роздільний черезкістковий остеосинтез розробленим нами апаратом зовнішньої фіксації стрижневого типу. Контрольну порівняльну групу становили 25 чоловік, яким виконаний накістковий остеосинтез різними пластинами. Аналіз наслідків показав функціональні переваги односторонніх пристроїв із роздільною фіксацією на стрижневій основі, при використанні яких ротационні контрактури 1-го ступеня зберігалися лише до 3 тижнів після оперативного втручання.

Ключові слова: кутомір-ротатометр, функція передпліччя.

Sukhin Yu. V.¹, Bodnya A. I.¹, Bakkar Tarek¹, Danilov P. V.¹, Kryvenko S. N.²

¹Odessa National Medical University

²Research Institute of Traumatology and Orthopedics of Donetsk National Medical University named after M. Gorky, Donetsk, Ukraine

DIGITAL PROTRACTOR-ROTATOMETER TO DETERMINE THE FUNCTION OF THE FOREARM

Summary. Due to the imperfection of tools to determine the function of the forearm, at the department there has been developed digital protractor rotatometer which was used for comparative evaluation of the functional results of treatment in the survey of two groups of examinees. Study group comprised 12 patients who had been made separate external fixation using rod type external fixation device developed by us. The control comparison group consisted of 25 people, who underwent external fixation with various plates. Analysis of the outcomes showed functional benefits of rod-based unilateral devices with separate fixation, while using them, rotary contracture of 1st degree persisted only up to 3 weeks after surgery.

Key words: protractor-rotatometer, function of the forearm.