

Рис. 3. Рентгенограммы и схемы диагностики ротации I плюсневой кости.

а — норма, б — I степень, в — II степень, г — III степень ротации.

Во всех случаях IV стадии поперечного плоскостопия межсуставной бугорки на головке I плюсневой кости был стерт и определить ротацию не представлялось возможным.

Таким образом, рентгенография стоп в аксиальной проекции, выполненная по предложенной методике, позволяет не только точно определить стадию поперечного плоскостопия, но и вычислить величину ротации I плюсневой кости, что важно для уточнения характера оперативного вмешательства и оценки его результата.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Батенкова Г.И. Основные принципы ортопедического лечения при распластанности переднего отдела стопы и hallux valgus: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. — М., 1975.
2. Васильев Н.А., Левченко Л.А. //Вестн. рентгенол. — 1984. — N 3. — С. 42—45.
3. Корж А.А., Яременко Д.А. //Ортопед. травматол. — 1972. — N 4. — С. 36—41.
4. Крамаренко Г.Н. Статические деформации стоп: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. — М., 1970.
5. Шугалова А.Б., Благоева С.Б. //Вестн. рентгенол. — 1992. — N 1. — С. 48—49.

6. Moldin R.A. //J. Amer. pediat. Ass. — 1972. — Vol. 62, N 3. — P. 85—93.

#### NEW RADIOLOGIC DIAGNOSTIC TEST FOR TRANSVERSE PLATYPEDIA

O.A. Nechvolodova, A.B. Shugaeva

Radiologic examination of feet in axial plane was performed in 94 conscripts (188 feet) and 75 ambulant patients (115 feet). The main mechanism of transverse platypodia development was retraced in the serial roentgenograms of I metatarsosesamoid joint. Depending on the change of medial sesamoid articular surface position relative to the supportive plane 4 stages of transverse platypodia development were determined. The test for estimation of the value of I metatarsal osseous rotation based on the position of the articular surface of its head to the supportive plane was suggested.

© М.Б. Цыкунов, И.С. Косов, 1996

М.Б. Цыкунов, И.С. Косов

#### МЕТОДИКА ОБЪЕКТИВНОЙ ОЦЕНКИ СТОЙКОСТИ КОНТРАКТУР СУСТАВОВ

Центральный институт травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Москва

Предпринята попытка объективной оценки стойкости контрактур с помощью аппарата системы BIODEX (США). Для получения объективных параметров, характеризующих контрактуру, разработана серия тестов. Обследовано 20 больных в возрасте от 16 до 47 лет с контрактурами коленного сустава, развившимися в результате перелома надколенника (2), повреждения связок (8) или оперативных вмешательств на капсульно-связочном аппарате коленного сустава (10). Предложенная методика дает возможность лучше оценивать реабилитационный потенциал и учитывать эффективность средств консервативного лечения.

Можно ли надеяться на устранение контрактуры сустава консервативными методами? Для ответа на этот вопрос обычно используют данные клинического обследования больного. Прежде всего выясняют так называемую податливость (или стойкость) контрактуры. Принято считать, что у пациентов с миогенными контрактурами, поддающимися коррекции при небольшом усилии, есть значительный реабилитационный потенциал. При жестких, малоподатливых контрактурах, коррекция которых требует значительно больших усилий и времени, реабилитационный потенциал меньше. Стойкие, неподатливые контрактуры (например, обусловленные наличием анатомического препятствия восстановлению амплитуды движений в суставе), которые не удается корригировать даже при значительных нагрузках

ках, практически бесперспективны в плане консервативного лечения.

Попытки объективной оценки податливости контрактур уже предпринимались. Например, определялось усилие, необходимое для увеличения амплитуды движения на какую-то стандартную величину угла. Для измерения использовались динамометр и угломер; был предложен и специальный прибор — контрактурометр, действие которого основано на том же принципе [1, 2]. Однако эти методики страдали большими погрешностями и потому не нашли широкого применения.

В нашей работе предпринята попытка объективно и с высокой точностью оценить стойкость контрактур с помощью аппарата для тренировки и тестирования мышц и суставов при пассивных и активных движениях системы BIODEx (США).

Аппарат состоит из двух модулей: 1) перемещаемой по направляющим с тарированной шкалой платформы с креслом для фиксации туловища пациента и перемещаемой перпендикулярно ей станины для крепления силовой установки; 2) блока управления силовой установкой (контроллер) и собственно силовой установки, соединенных с персональным компьютером IBM PC486. Процедура тренировки или тестирования отдельного звена кинематической цепи (например, коленного сустава) заключается в следующем. Пациент сидит в кресле, его туловище с помощью ремней фиксировано к спинке, проксимальный сегмент (бедро) — к сиденью, дистальный (голень) — к специальной насадке, закрепленной на оси силовой установки. Ось тестируемого сустава совмещают с осью силовой установки. Металлический рычаг насадки ориентируют параллельно дистальному сегменту. В зависимости от задачи тестирования электродвигатель силовой установки либо оказывает противодействие движению дистального сегмента конечности, либо обеспечивает его пассивное перемещение.

Первые сообщения об аппаратах подобного типа появились достаточно давно — более 15 лет назад. Первоначально перед создателями аппаратов системы BIODEx стояла цель интенсифицировать процесс тренировки мышц и разработки движений при различной патологии опорно-двигательной системы. Внедрение высокоточных технологий металлообработки, разработок в области микропроцессорных систем, создание электроприводов с обратной связью по току (следающих приводов) создали условия

для использования этих установок в качестве измерительных приборов. Примененный нами аппарат системы BIODEx позволяет с достаточной точностью регистрировать углы перемещения, силу сопротивления движению в пассивном режиме, мышечную силу и работу в изотоническом, изометрическом, изокинетическом и эксцентрическом режимах. Все параметры записываются и обрабатываются персональным компьютером. Набор сменных насадок для тестирования и тренировки разных суставов, а также возможность перемещения кресла и силовой установки в любом направлении позволяют проводить тестирование практически всех суставов и мышечных групп.

Имеется множество публикаций протоколов исследования различных суставов в норме и при патологии [4] — плечевого [3], лучезапястного [5], коленного [6, 7].

Алгоритм тестирования в этих методиках сводится к определению функции, описывающей зависимость мышечной работы (момент вращения) от времени, которая представляется в виде графиков и цифровых значений ряда стандартных показателей (максимальный, средний момент вращения, общая работа и др.). Затем проводится их анализ — сравнение с кривой и цифровыми показателями, полученными на контралатеральной конечности. Выявление специфических графических признаков указывает на наличие той или иной патологии. Проведение тестов на этапах реабилитации позволяет объективно оценить ее эффективность.

Для получения объективных параметров, характеризующих контрактуру, была проведена серия предлагаемых нами тестов с использованием системы BIODEx. Обследовано 20 больных в возрасте от 16 до 47 лет с контрактурами коленного сустава, развившимися в результате переломов надколенника (2), повреждений связок (8), оперативных вмешательств на капсульно-связочном аппарате коленного сустава (10).

**М е т о д и к а и с с л е д о в а н и я.** Пациента фиксировали по стандартной методике «BIODEX Corporation», что обеспечивало стабильное положение сегментов нижней конечности (бедро и голень) во всем диапазоне заданной амплитуды движений при сохранении соосности коленного сустава и силовой установки. Затем проводили настройку системы с помощью контроллера (обязательная процедура при любом тесте). В режиме программирования установки пассивно (рукой исследователя) задавали пределы максимального разгиба-



Рис. 1. Рентгенограммы больного с закрытым винтообразным переломом костей правой голени, леченным без применения сканирующего магнитного поля.

а — при поступлении; б — на 5-е сутки (скелетное вытяжение); в — через 3 мес (снята гипсовая повязка) г — через 5 мес: костная мозоль слабая.

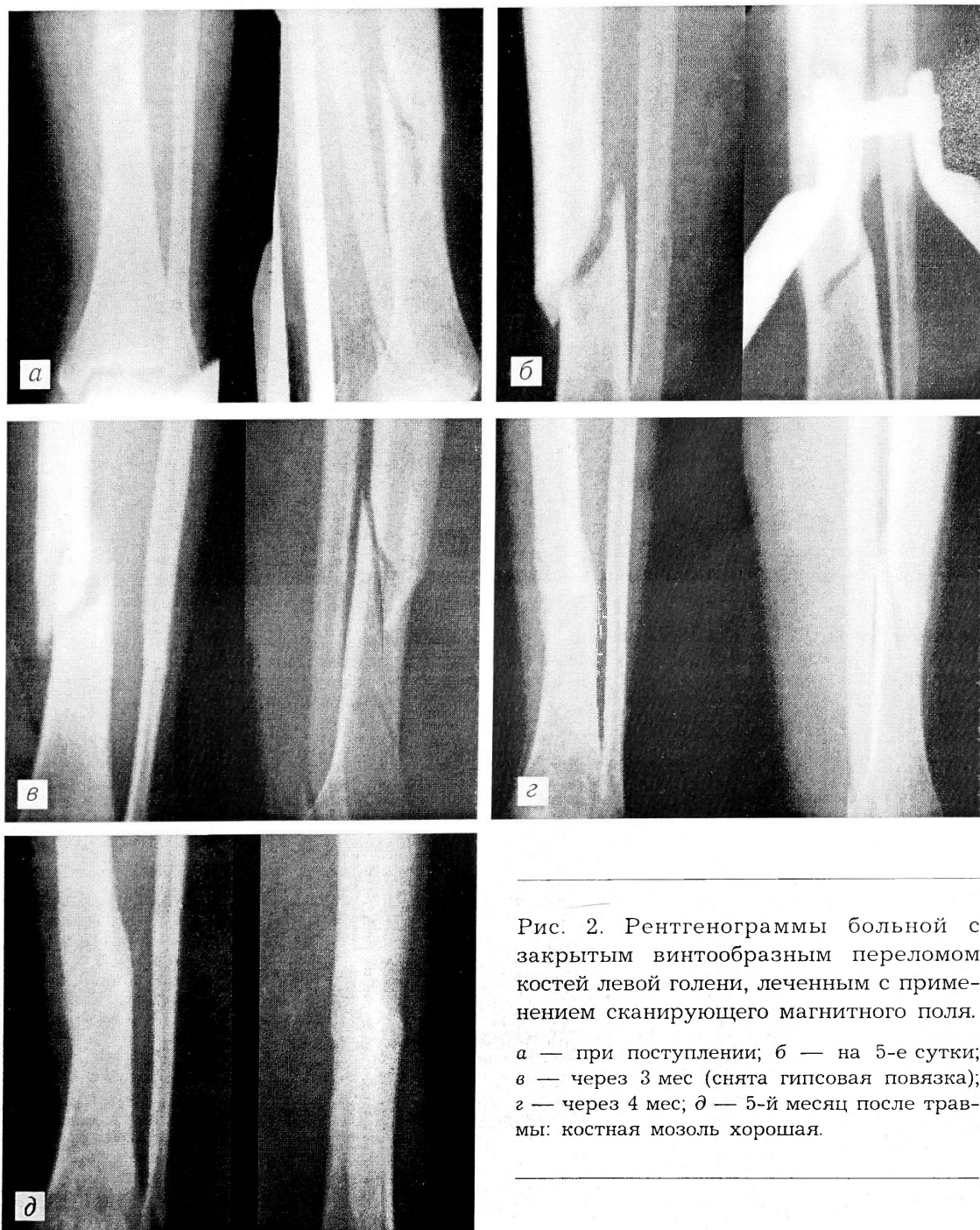


Рис. 2. Рентгенограммы больной с закрытым винтообразным переломом костей левой голени, леченным с применением сканирующего магнитного поля.

а — при поступлении; б — на 5-е сутки; в — через 3 мес (снята гипсовая повязка); г — через 4 мес; д — 5-й месяц после травмы: костная мозоль хорошая.

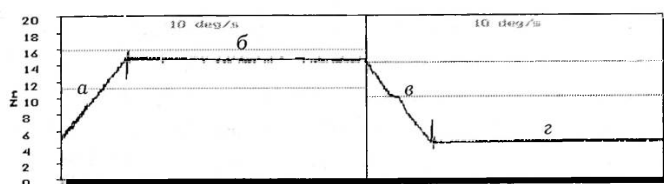


Рис. 1. График зависимости момента вращения от времени в норме.

Здесь и на рис. 2, 4 и 5: *а* — фаза движения голени из положения максимального сгибания до точки максимального разгибания, *б* — фаза задержки движения в точке максимального разгибания (10 с), *в* — фаза обратного хода, *г* — фаза задержки движения в точке максимального сгибания.

ния и сгибания в поврежденном коленном суставе до появления легких болезненных ощущений. Эта амплитуда движений фиксировалась (запоминалась) процессором. В последующем аппарат переключали на режим «lift» (пассивные движения), задавали угловую скорость 10 или 30 град/с с задержкой движения в крайних точках диапазона на 10 с. Регистрировали сопротивление перемещаемого сегмента движению. Результаты измерения представлялись в виде графика зависимости момента вращения от времени (рис. 1).

**Результаты.** Приводим несколько клинических наблюдений.

**Б о л ь н о й М.**, 47 лет. Диагноз: краевой перелом левого надколенника, посттравматическая контрактура левого коленного сустава. Получил травму в результате удара бампером в область левого коленного сустава. После 3-недельной иммобилизации приступил к разработке движений в травматологическом пункте по месту жительства. Из-за отсутствия эффекта и усиления болевого синдрома обратился в ЦИТО. Проведена компьютерная томография левого коленного сустава: выявлен краевой перелом левого надколенника. Амплитуда движений ограничена: разгибание 160°, сгибание 110°.

На рис. 2 представлены результаты тестирования. Обращает на себя внимание пологий спуск кривой в фазе *б* и волнообразный характер кривой в фазе *г* на поврежденной ноге. Поскольку эти фазы соответствуют 10-секундной экспозиции в точках максимального разгибания и сгибания, можно полагать, что при максимальном разгибании около-суставные мягкие ткани и мышцы оказывают противодействие дальнейшему движению, которое экспоненциально снижается в течение 2 с на 5 Н·м, а за оставшиеся 8 с линейно на 2 Н·м. Такая зависимость, по нашему мнению, характеризует стойкость контрактуры. На здоровой ноге отмечается отсутствие изменений кривой в фазе *б* и значительно меньшее (в 2 с лишним раза) сопротивление при той же амплитуде разгибания. Изменения в

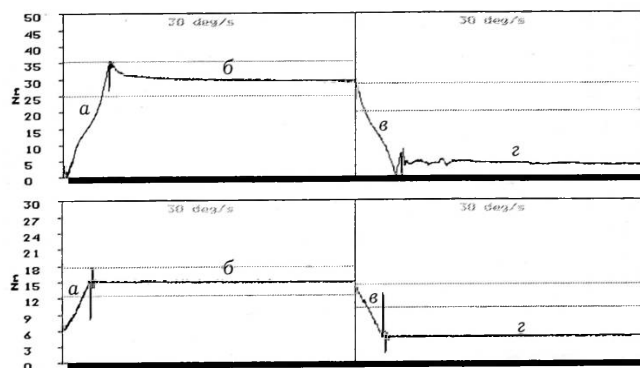


Рис. 2. Результаты тестирования больного М. Вверху — поврежденная нога, внизу — здоровая.

фазе *г* на здоровой ноге также отсутствовали при разнице сопротивления 2 Н·м. Следует отметить, что регистрируемые показатели в фазах экспозиции близки к величине приложенной корригирующей силы, так как перемещение дистального сегмента составляет малую величину, а его направление соответствует обратному ходу, т.е. фиксируется работа по перемещению сегмента в направлении обратного хода. При проведении стандартного изокINETического теста (рис. 3) выявлено 5-кратное снижение работоспособности мышц поврежденной конечности и характерное для патологии надколенника изменение формы кривой (отрезок 1-2).

В результате 3-недельного курса комплексного восстановительного лечения болевой синдром купирован, подвижность в суставе восстановлена.

**Б о л ь н а я К.**, 24 лет. Диагноз: закрытый оскольчатый перелом правого надколенника, состояние после остеосинтеза, контрактура правого коленного сустава. Получила автодорожную травму. Доставлена в общехирургическое отделение ближайшей районной больницы, где произведен остеосинтез надколенника и наложена гипсовая повязка. После прекращения иммобилизации больная приступила к разработке движений в поликлинике по месту жительства. Из-за отсутствия положительной динамики обратилась в ЦИТО. При поступле-

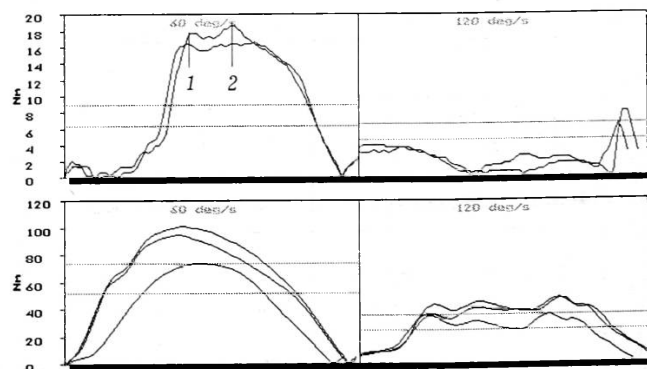


Рис. 3. Данные изокINETического исследования больного М.

Вверху — поврежденная нога, внизу — здоровая.

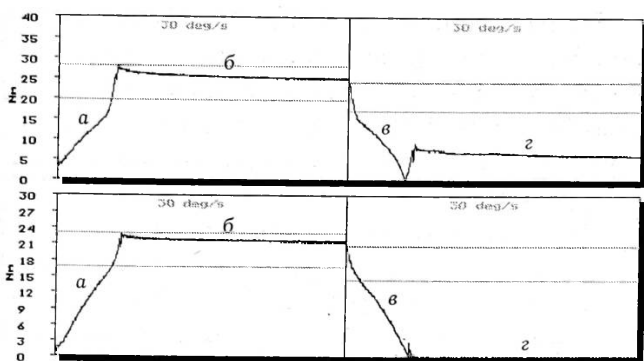


Рис. 4. Результаты тестирования больной К.

Вверху — поврежденная нога, внизу — здоровая.

нии амплитуда движений ограничена: разгибание  $175^\circ$ , сгибание  $130^\circ$ .

Проведено обследование с использованием предложенных нами тестов (рис. 4). Обращает на себя внимание наличие признаков сгибательной контрактуры, аналогичных описанным в предыдущем примере. Видно значительное увеличение противодействия сгибанию (фаза  $z$ ) на поврежденной ноге, что указывает на разгибательную контрактуру. Форма этого участка кривой характеризует ее как податливую. Податливость контрактуры была подтверждена уже через 5 дней комплексного консервативного лечения: разгибание восстановилось полностью, сгибание увеличилось до  $100^\circ$ .

Б о л ь н о й В., 16 лет. Диагноз: повреждение медиальной коллатеральной и передней крестообразной связки левого коленного сустава, частичное повреждение внутреннего мениска, состояние после аутопластики связок, послеоперационная контрактура. Исследование проведено сразу после прекращения 5-недельной иммобилизации. При измерении параметров подвижности поврежденного коленного сустава с помощью гониометра выявлено: разгибание  $180^\circ$ , сгибание  $135^\circ$ , на здоровой ноге — соответственно  $190^\circ$  и  $30^\circ$ .

Данные проведенного тестирования представлены на рис. 5. Анализ кривых выявил скрытую рекурвацию в поврежденном суставе: при трех-

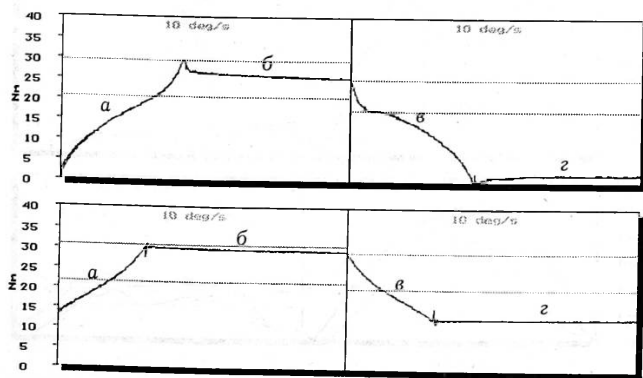


Рис. 5. Результаты тестирования больного В.

Вверху — поврежденная нога, внизу — здоровая.

кратном тестировании в течение 20 мин уровень фазы  $b$  снизился с 35 до 25 Н·м, при повторной установке предельных значений сгибания и разгибания получена кривая, характерная для контрактуры при угле разгибания, превышающем исходный на  $8^\circ$ . Мы полагаем, что 20 мин пассивной разработки движений (механотерапия) устранили ограничение разгибания, обусловленное миогенным компонентом контрактуры. В отношении сгибания картина была аналогичной: через 20 мин механотерапии получена кривая, характерная для разгибательной контрактуры при угле сгибания, на  $11^\circ$  большем исходного, а уровень фазы  $z$  снизился на 5 Н·м.

Таким образом, в этом наблюдении нам удалось объективно и точно оценить эффект процедуры механотерапии.

Надеемся, что предложенная методика поможет травматологу и ортопеду получать объективную и точную информацию о такой важной функциональной характеристике, как стойкость (податливость) контрактур. Это позволит лучше определять реабилитационный потенциал и следить за эффективностью применения средств консервативного лечения.

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Кантелин А.Ф. Гидрокинезотерапия в травматологии и ортопедии. — М., 1968. — С. 36—37.
2. Рухман Л.Е. Основы ортопедии и протезирования у детей. — JL, 1964.
3. Andrews J.R., Wilk K.E. //BIODEX Evaluation & Management. — 1990. — P. 1—10 (in «Shoulder»).
4. Davies G.J. A Compendium of Isokinetics in Clinical Usage and Rehabilitation Techniques. — 3-d. Ed. Menasha, Wisconsin, 1987. — P. 65.
5. Kleinert J.M., Frankengerger J. //BIODEX Evaluation & Management. — 1988. — P. 1-7 (in «Wrist»).
6. Noyes F.R., Mangine R.E. //Ibid. — 1990. — P. 1—10 (in «Knee»).
7. Southmayd W., Geissler G.J. //Ibid.—1989. — P. 1—10 (in «Knee»).

## THE METHOD OF OBJECTIVE EVALUATION OF JOINT CONTRACTURE STABILITY

M.B. Tsykunov, I.S. Kosov

The attempt of the objective evaluation of contracture stability using BIODEX System device was undertaken. A series of tests was performed to obtain the parameters defining the contracture. Twenty patients with knee contracture resulted from patella fracture (2), ligaments injury (8), after surgery on the ligamento-capsular system of the knee joint (10) were examined. The suggested method allows to obtain highly precise information on contracture flexibility and thus enables to assess more objectively the rehabilitation potential as well as the efficacy of the conservative treatment.