

ДИНАМИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ УГЛОВЫХ ДЕФОРМАЦИЙ В КОЛЕННОМ СУСТАВЕ

Е.Е. Малышев¹, Д.В. Павлов², С.В. Блинов¹

¹ГБОУ ВПО «Нижегородская государственная медицинская академия» Минздрава России,
ректор – д.м.н., профессор Б.Е. Шахов

²ФГБУ «Нижегородский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии» Минздрава России,
директор – к.м.н. Н.Н. Карякин
г. Нижний Новгород

Проведено клиническое обследование больных с угловыми деформациями в области коленного сустава с применением оригинального метода и устройства, названного варовальгометром. Измерения проводились путем натягивания шнура по прямой линии через передне-верхнюю ость и центр нижнего полюса надколенника, а величина отклонения центра голеностопного сустава оценивалась по металлической линейке, которая располагалась перпендикулярно оси конечности на уровне голеностопного сустава.

Данные по динамическому контролю угловых деформаций, полученные при оценке оси конечности с помощью варовальгометра, и данные, полученные методом компьютерной навигации у 53 пациентов во время эндопротезирования коленного сустава, не имеют статистически значимых различий. Различия заключаются в том, что клинически определяемые данные отличаются в среднем на 5° в сторону вальгуса по сравнению с осью Микулича, определяемой методом компьютерной навигации. Динамический контроль угловых деформаций в коленном суставе можно использовать для оценки исходов лечения повреждений и заболеваний в области коленного сустава, сопровождающихся осевыми деформациями; для контроля качества репозиции переломов в области коленного сустава; для выявления вторичных смещений в послеоперационном периоде в процессе восстановления осевой нагрузки; для определения выраженности нестабильности коленного сустава во фронтальной плоскости; при планировании корригирующих остеотомий и интраоперационном определении степени коррекции оси конечности; для оценки угла Q при подвывихах и привычном вывихе надколенника; в планировании эндопротезирования коленного сустава; у детей в процессе роста позволяет судить о прогрессировании деформации.

Ключевые слова: угловые деформации коленного сустава, ось конечности, варовальгометр.

DYNAMIC CONTROL OF KNEE AXIAL DEFORMITIES

E.E. Malyshev¹, D.V. Pavlov², S.V. Blinov¹

¹Nizhniy Novgorod Medical Academy,
rector – B.E. Shakhov, MD Professor

²Nizhniy Novgorod Research Institute of Traumatology and Orthopaedics
director – N.N. Karyakin, MD
Nizhniy Novgorod

The authors have evaluated the clinical examination of the patients with axial malalignments in the knee by the original method and device which was named varovalgometer. The measurements were conducted by tension of the cord through the spina iliaca anterior superior and the middle of the lower pole of patella. The deviation of the center of the ankle estimated by metal ruler which was positioned perpendicular to the lower leg axis on the level of the ankle joint line.

The results of comparison of our method and computer navigation in 53 patients during the TKA show no statistically significant varieties but they differ by average 5° of valgus in clinical examination in comparison with mechanical axis which was identified by computer navigation. The dynamic control of axial malalignment can be used in clinical practice for estimation of the results of treatment of pathology with axial deformities in the knee; for the control of reduction and secondary displacement of the fractures around the knee; for assessment of instability; in planning of correctional osteotomies and intraoperative control of deformity correction; for estimation of Q angle in subluxation and recurrent dislocation of patella; in planning of TKA; during the growth of child it allows to assess the progression of deformity.

Key words: knee angle deformities, axis of extremity, varovalgometer.

Введение

Отклонения от механической оси во фронтальной плоскости в коленном суставе на сегодняшний день остаются одной из наиболее сложных и прогностически неблагоприятных

деформаций. Они вызывают перераспределение нагрузок в суставах нижней конечности, таза и позвоночника, нередко ведущее к возникновению сложной ортопедической патологии.

Традиционные методы клинической оценки по Марксу и данные рентгенографического обследования коленного сустава на длинных кассетах не обеспечивают необходимой точности проводимых измерений. Отсутствует стандартизированный подход к данной проблеме. Признанной всеми является ось Микулича, проходящая через центры тазобедренного, коленного и голеностопного суставов, или механическая ось нижней конечности [10]. При этом достоверным методом остается только рентгенограмма всей конечности на протяжении. При клиническом обследовании ось Микулича можно определить только весьма приблизительно вследствие глубокого расположения тазобедренного сустава и несколько размытых представлений о клиническом определении центра голеностопного и коленного суставов.

В своих дальнейших наблюдениях и исследованиях за основу всех расчетов мы брали ось Микулича, попытавшись приблизить клинические измерения к наиболее значимым костным ориентирам.

Нами было также дано понятие динамического определения угловых деформаций и оси конечности, так как даже такой, казалось бы, объективный метод, как рентгенография, дает серьезные погрешности, связанные с искажениями оси вследствие расположения сегментов и суставов на разном расстоянии от излучающего элемента и кассеты, а тем более различных ротационных положений суставов и всей конечности в целом. Поэтому более значимыми в измерениях являются костные ориентиры, которые в течение жизни у взрослых людей не так уж сильно изменяются. Ну и конечно, более точное представление об оси конечности дает компьютерная навигация, основанная как на прямом ориентировании на костные структуры, так и математическом анализе, проводимом для определения центра ротации.

Динамический контроль оси конечности означает, что определяемая клинически ось конечности используется как понятие относительное и имеющее возможность практического применения только при сравнении либо с противоположной конечностью, либо с рентгено-

логически определенной осью, либо с показаниями, снятыми в разные временные промежутки.

По нашему мнению, динамический контроль оси конечности, основанный на клинических измерениях, является не только безопасным для человека вследствие отсутствия многократных рентгеновских снимков, но и более точным, так как позволяет значительно легче стандартизировать клинические измерения оси конечности, чем рентгенологические.

В клинической практике для измерения угловой деформации в коленном суставе наиболее широко используется гониометр из-за его дешевизны и портативности. Устройство обычно делается из прозрачного материала и состоит из транспортира с двумя соединяющимися браншами. При этом одна бранша фиксирована к транспортиру, а другая движется вокруг шарнира и указывает объем движений. Однако это устройство имеет свои недостатки. Стартовое положение гониометра должно оцениваться визуально, что снижает его точность. Кроме того, обычный гониометр надо держать двумя руками: отсутствует возможность стабилизации конечности и сустава; длинная ось сегмента, истинные вертикальные и горизонтальные положения могут быть оценены только визуально, что приводит к искаженным показателям с ограниченной интерпретацией [4, 9]. Недостаточная точность измерений объясняется и короткими браншами прибора, что не позволяет точно сориентировать их в проекции костных выступов.

Мы предлагаем для определения угла отклонения голени во фронтальной плоскости использовать «Устройство для измерения угловой деформации в коленном суставе» (патент № 77767 от 10.11.08). Данное устройство отличается от обычного гониометра как конструкцией, так и принципом измерения.

Мы применяем компактную конструкцию прибора, названную нами варовальгометром. Он состоит из металлической линейки длиной 20 см с отверстием в ее центре на нулевой отметке, через которое привязывается капроновый шнур длиной 1 м. Данная конструкция прибора легко стерилизуется и может применяться интраоперационно (рис. 1).

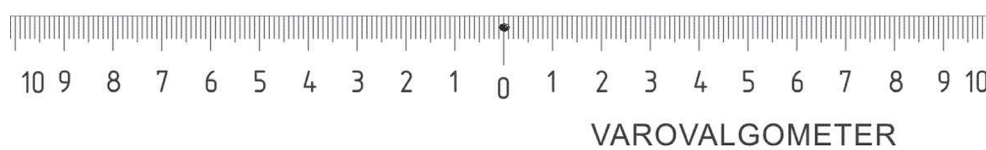


Рис. 1. Компактная конструкция варовальгометра

Измерения проводятся путем натягивания шнура по прямой линии через передне-верхнюю ось и центр нижнего полюса надколенника, а величина отклонения центра голеностопного сустава оценивается по металлической линейке, которая располагается перпендикулярно оси конечности на уровне голеностопного сустава. При этом определяется отклонение точки, расположенной в проекции наружного края сухожилия передней большеберцовой мышцы на уровне голеностопного сустава, соответствующей его центру. Затем измеряется длина голени. Крайне важным для точности и стандартизации измерений является одинаковая ротационная установка всех сегментов конечности при каждом обследовании.

После выполнения этих измерений можно построить прямоугольный треугольник с известной величиной катетов (рис. 2). По правилу соотношения сторон и углов прямоугольного треугольника угол отклонения голени рассчитывается по формуле:

$$\alpha = \arctg BC/AB \times 180^\circ/\pi, \text{ где}$$

α – угол отклонения в градусах
 BC – величина отклонения, см
 AB – длина голени, см.

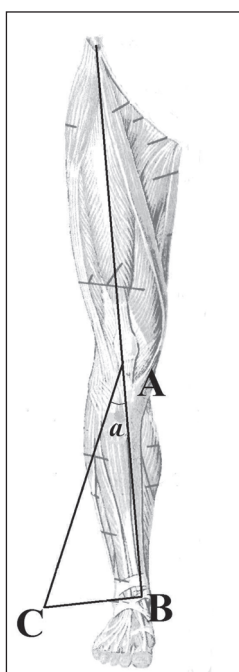


Рис. 2. Схема применения устройства

Для упрощения расчетов нами составлена таблица соответствия длины голени и отклонения центра голеностопного сустава от оси конечности углу деформации в градусах. В ходе обследования пациентов различного пола и возраста нами было выяснено, что длина голени

взрослого человека находится в диапазоне от 30 до 44 см. При этом максимальное отклонение голени было принято за 10 см. Измерение больших деформаций уже не требует точности и может проводиться обычным гониометром.

Точность прибора складывается из двух составляющих. Во-первых, для определения угла используется не непосредственное измерение, а расчет по математической формуле. При этом ошибка в измерении исходных данных в пределах $\pm 0,5$ см дает погрешность в $0,5^\circ$. Во-вторых, методика использования устройства предусматривает точную его установку по анатомическим образованиям, которые хорошо определяются у любого человека независимо от пола, возраста и массы тела.

Мы начали использовать устройство для измерения угловых деформаций в коленном суставе, когда возникла необходимость оценки результатов оперативного лечения переломов мыщелков бедренной и большеберцовой костей. Хорошо известно, что одним из основных критериев, по которым можно прогнозировать неблагоприятные исходы этих повреждений, является деформация во фронтальной плоскости [12, 13]. P.S. Rasmussen при оценке отдаленных результатов лечения переломов мыщелков большеберцовой кости выявил, что посттравматический остеоартроз возникает у 14% пациентов при вальгусных деформациях менее 10° и у 79% пациентов при возникновении вальгусной деформации более 10° . Любые варусные деформации приводят к развитию остеоартроза [11].

Мы определили, что наиболее неблагоприятными являются вальгусные деформации при уже имеющейся вальгусной установке в коленном суставе, что встречается достаточно редко – примерно у 1 из 10 человек. Соответственно, неблагоприятными являются варусные деформации у пациентов с уже имеющейся варусной установкой, что также встречается достаточно редко, поскольку в большинстве случаев происходят переломы в наружном отделе коленного сустава. Этим можно объяснить достаточно благоприятные отдаленные результаты лечения этих внутрисуставных переломов даже при значительных смещениях и нарушениях конгруэнтности суставных поверхностей. То есть, наиболее часто встречающиеся переломы у большинства пациентов можно охарактеризовать как травматическую вальгизирующую остеотомию большеберцовой кости при ее варусных деформациях.

При этом прямые клинические измерения не дают достаточно объективной информации, и заключение о наличии деформации во фронтальной плоскости можно делать только в сравнении

с противоположной конечностью, т.е. эта величина будет относительной и не отражающей истинную деформацию относительно оси Микуллица. Таким образом, определяемую при этом ось конечности необходимо характеризовать как варусная или вальгусная деформация относительно противоположной конечности. Если у молодых пациентов в большинстве случаев ось противоположной конечности можно охарактеризовать как нормальную для данного индивидуума, то у людей пожилого возраста при наличии симптомов остеоартроза ориентация на ось противоположной конечности может привести к серьезным ошибкам.

В процессе наблюдения за пациентами после оперативного лечения переломов мыщелков большеберцовой кости нами была определена методика выявления вторичных смещений на ранних сроках после операции при начале осевой нагрузки на конечность. В послеоперационном периоде выполняется измерение и протоколирование величины угловой деформации в оперированном суставе. После начала осевой нагрузки и по мере ее нарастания выполняются повторные измерения. Частота измерения подразумевает контроль один раз в две-четыре недели и также зависит от того, прогрессирует деформация или нет. При наличии признаков нарастающей угловой деформации либо снижается интенсивность осевой нагрузки, либо возникают показания к применению дополнительной иммобилизации или ортопедических устройств, ограничивающих осевые отклонения.

Варовальгометр нашел свое применение и при измерении нестабильности в коленном суставе. Патологическая боковая подвижность в колен-

ном суставе при клиническом обследовании чаще всего определяется следующим образом. Одной рукой врач фиксирует бедро, а другой рукой, захватив голень над голеностопным суставом и разогнув колено, производит попытки боковых движений [4]. Метод широко применяется в клинике, но позволяет оценить степень выраженности нестабильности лишь весьма субъективно.

Было предложено большое количество методов и устройств для более точного измерения нестабильности в суставе. Использовались приспособления в виде «клина» или мешочка с песком между коленными и голеностопными суставами в зависимости от определения латеральной или медиальной нестабильности [1, 6]. Существует ряд авторских устройств, которые действуют по принципу механического отклонения голени в той или иной плоскости [2, 5, 7, 3]. Однако перечисленные приспособления громоздки и не обладают универсальностью. Кроме того, предложенные методы и устройства в конечном итоге сводятся к проведению рентгенологического обследования.

Методика нашего исследования нестабильности заключается в следующем. Первоначально шнур компактного варовальгометра устанавливается по определенным ранее точкам-ориентирам. По короткой линейке измеряется статическая угловая деформация в суставе и принимается за исходное значение (рис. 3 а). Затем короткая линейка в полученном положении фиксируется к противоположной конечности и осуществляется боковая стресс-нагрузка на коленный сустав путем отведением голени при фиксированном бедре (рис. 3 б).

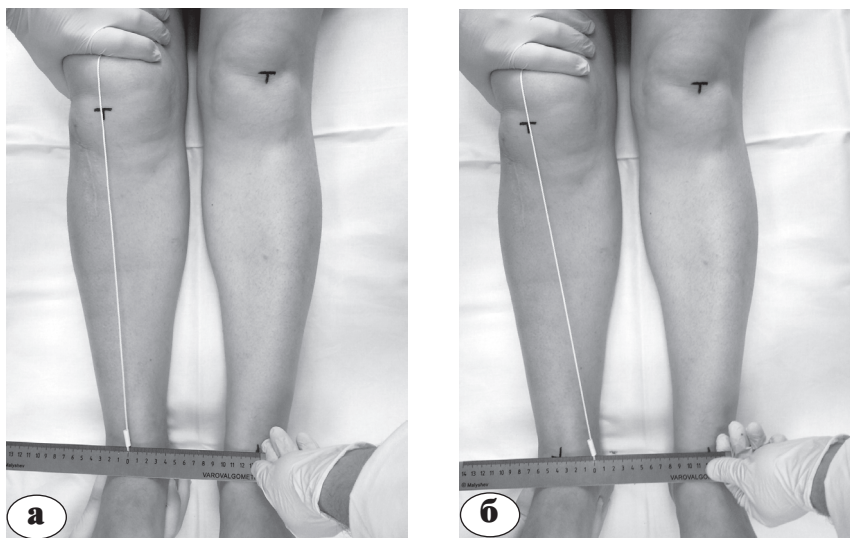


Рис. 3. Измерения нестабильности в коленном суставе: а – I этап: определяется исходное отклонение центра голеностопного сустава от оси конечности; б – II этап измерения нестабильности: определяется отклонение центра голеностопного сустава от оси конечности после отведения или приведения голени

Вычисляем полученное значение, используя таблицу. При вычитании из полученного значения исходного получаем искомый уровень боковой нестабильности коленного сустава в градусах.

С целью определения точности измерений, получаемых при использовании разработанного нами метода, мы провели сравнительные измерения оси конечности нашим способом и методом компьютерной навигации во время эндопротезирования коленного сустава (рис. 4).



Рис. 4. Сравнительные измерения варовальгометром и методом компьютерной навигации

Сравнительные измерения у 53 пациентов показали, что разница в измерениях оси конечности, определяемой компьютерной навигацией и нашим методом, составила $5,6 \pm 1,6^\circ$ при измерениях, проводимых до коррекции оси конечности и $5,2 \pm 1,2^\circ$ после выполнения эндопротезирования и коррекции механической оси конечности до $0 \pm 1^\circ$. При этом статистически достоверной разницы между двумя этими группами выявлено не было ($p=0,26$). Таким образом, данные полученные при оценке оси конечности с помощью варовальгометра и компьютерной навигации, не имеют статистически достоверных различий, но отличаются тем, что клинически определяемые данные отличаются в среднем на 5° в сторону вальгуса по сравнению с осью Микулича, определяемой методом компьютерной навигации.

Следующим шагом стало интраоперационное применение варовальгометра с целью контроля качества репозиции при внутри- и околоуставных переломах. Очень часто переломы мыщелков бедренной и особенно большеберцовой кости сопровождаются не просто смещением отломков, но и зонами импакции костной ткани. В таких случаях обычная открытая репозиция может привести к ошибочной ориен-

тации фрагментов суставной поверхности и недостаточному восстановлению нормальной оси конечности. Задача репозиции становится еще сложнее при оскольчатом характере перелома метаэпифизарных отделов обоих мыщелков, как в приведенном ниже примере (рис. 5).

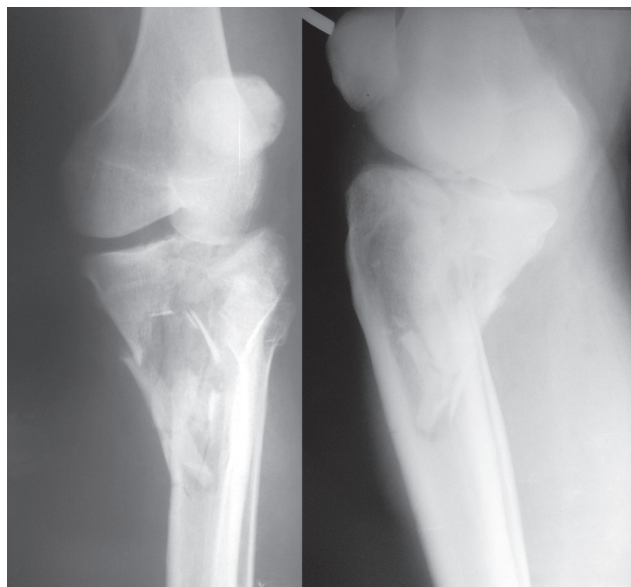


Рис. 5. Многооскольчатый перелом проксимального отдела большеберцовой кости с нарушением оси конечности

Операция в данном случае заключалась в этапной открытой репозиции сначала внутреннего мыщелка большеберцовой кости с устранением варусного отклонения под интраоперационным контролем оси конечности с помощью компактного варовальгометра (рис. 6), затем репозиции наружного мыщелка с поднятием суставной поверхности, костной аллопластикой и фиксацией пластинами с угловой стабильностью винтов (рис. 7). В данном случае осевая установка в коленном суставе была приближена к противоположной конечности.

Варовальгометр можно использовать для точной оценки угла Q , характеризующего соотношения между направлением прямой головки четырехглавой мышцы бедра и собственной связки надколенника (рис. 8). У мужчин в норме он составляет $14 \pm 3^\circ$, у женщин – $17 \pm 3^\circ$ [8]. Повышение угла Q сопровождается склонностью к латерализации надколенника и его подвывиху или формированию привычного вывиха надколенника.

При планировании оперативного лечения привычного вывиха надколенника путем перемещения бугристости большеберцовой кости, с помощью варовальгометра несложно рассчитать расстояние, на которое необходимо транспонировать остеотомированную бугристость.

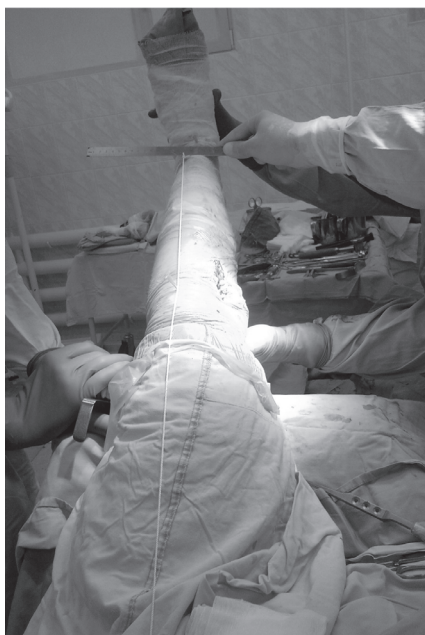


Рис. 6. Интраоперационное применение варовальгометра

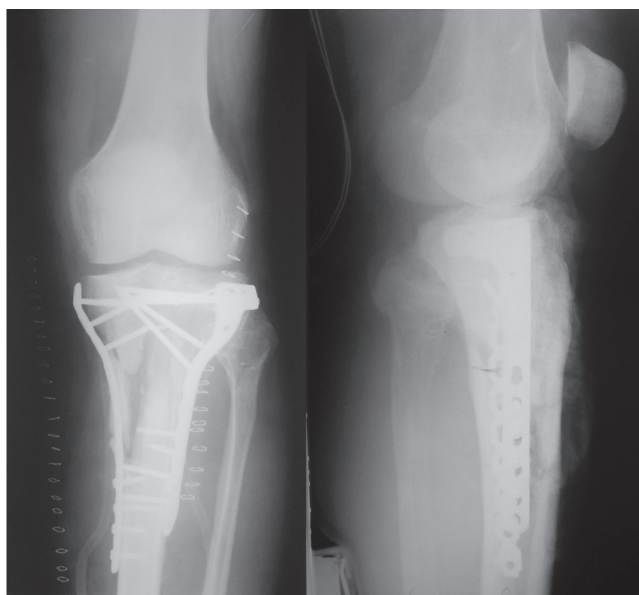


Рис. 7. Рентгенограммы после остеосинтеза многооскольчатого перелома проксимального отдела большеберцовой кости

При планировании корригирующих остеотомий в области коленного сустава варовальгометр также позволяет с достаточной точностью восстанавливать ось конечности и выполнять по показаниям дозированную гиперкоррекцию. Для этого в процессе предоперационной подготовки выполняется рентгенография всей нижней конечности с тазобедренным, коленным и голеностопным суставами. Определяется отклонение от оси Микулича, т.е. истинная

величина деформации. После клинического измерения относительной угловой деформации конечности по нашему методу несложно определить, насколько надо исправить деформацию. Во время операции достаточно только установить правильно величину отклонения голени, что легко осуществляется с помощью варовальгометра.

При планировании эндопротезирования коленного сустава варовальгометр позволяет правильно рассчитать угол установки бедренного компонента. Для этого достаточно выполнить рентгенографию бедра с тазобедренным и коленным суставами и определить угол между осью Микулича и интрамедуллярным каналом.

В детском возрасте достаточно часто встречаются варусные и вальгусные деформации в области коленного сустава. Основой их правильной оценки и своевременного оперативного лечения является объективное суждение о прогрессировании, стабилизации или уменьшении деформации в процессе роста. Применение варовальгометра позволяет протоколировать результаты измерений и вести динамическое наблюдение.

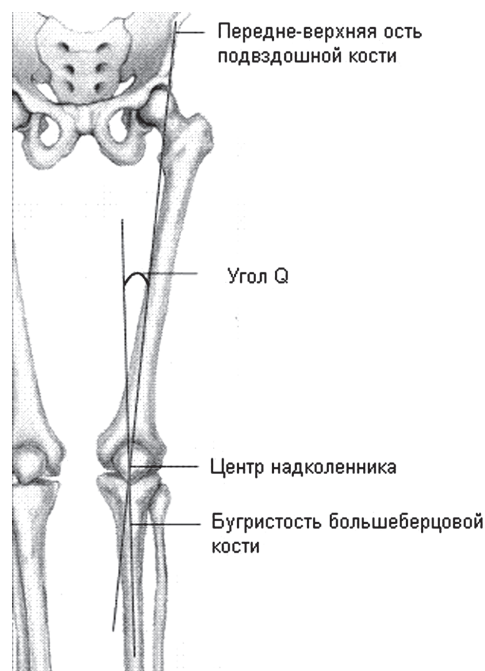


Рис. 8. Схема определения угла Q

Таким образом, возможности практического применения предложенного нами метода периоперационного динамического контроля угловых деформаций в коленном суставе можно определить следующим образом:

1. Оценка исходов лечения повреждений и заболеваний в области коленного сустава.

2. Контроль качества репозиции переломов в области коленного сустава и прогнозирования исходов лечения.

3. Выявление вторичных смещений в послеоперационном периоде в процессе восстановления осевой нагрузки.

4. Определение выраженности нестабильности коленного сустава во фронтальной плоскости.

5. Планирование корригирующих остеотомий и интраоперационное определение степени коррекции оси конечности.

6. Оценка угла Q при подвывихах и привычном вывихе надколенника, планирование расстояния перенесения бугристости большеберцовой кости при оперативном лечении.

7. Планирование эндопротезирования коленного сустава.

8. У детей в процессе роста позволяет судить о прогрессировании деформации и необходимости оперативного лечения.

Литература

1. Битюгов И.А. Диагностика повреждений менисков и других внутрисуставных образований коленного сустава. Ортопедия, травматология и протезирование. 1982; 2: 69-74.
Bitiugov I.A. Diagnostika povrezhdenii` meniskov i drugikh vnutrisustavnykh obrazovaniy` kolennogo sustava [Diagnosis of meniscus injuries and other intra-articular structures of the knee]. Ortopediya, travmatologiya i protezirovanie. 1982; (2): 69-74.
2. Горельчик И.К. К методике рентгенологического исследования при повреждениях менисков и боковых связок. Ортопедия, травматология и протезирование. 1961;1:69-70.
Gorel'chik I.K. K metodike rentgenologicheskogo issledovaniia pri povrezhdeniiakh meniskov i bokovykh svyazok [On the technique of X-ray at the damage of meniscus and the lateral ligaments]. Ortopediya, travmatologiya i protezirovanie. 1961; (1): 69-70.
3. Котельников Г.П. Посттравматическая нестабильность коленного сустава. Самара: Самарский дом печати; 1998. 184 с.
Kotel'nikov G.P. Posttravmaticheskaya nestabil'nost' kolennogo sustava [Post-traumatic instability of the knee]. Samara: Samarskiy Dom Pechati; 1998. 184 s.
4. Маркс В.О. Ортопедическая диагностика: руководство-справочник. Минск: Наука и техника; 1978. 511 с.
Marks V.O. Ortopedicheskaia diagnostika: rukovodstvo-spravochnik [Orthopedic Diagnosis: A Guide. Minsk: Nauka i tekhnika; 1978. 511 s.
5. Миронова З.С. Лечение повреждений крестообразных связок коленного сустава. Ортопедия, травматология и протезирование. 1962;12:30-35.
Mironova Z.S. Lechenie povrezhdenii` krestoobraznykh svyazok kolennogo sustava [Treatment of knee cruciate ligament injuries]. Ortopediya, travmatologiya i protezirovanie. 1962;(12):30-35.
6. Мусалатов Х.А., Юмашев Г.С., Силин Л.Л., Бровкин С.В., Горшков С.З., Дедова В.Д., Румянцев Ю.В., Елизаров М.Н., Калашник А.Д., Целишев Ю.А. Травматология и ортопедия: учебник. М.: Медицина; 1995. 560 с.
Musalatov Kh.A., Iumashev G.S., Silin L.L., Brovkin S.V., Gorshkov S.Z., Dedova V.D., Rumiantsev Ju.V., Elizarov M.N., Kalashnik A.D., TCelishev Ju.A. Travmatologiya i ortopediya: uchebnik. M.: Meditsina; 1995. 560 s.
7. Чернов А.П. Аппарат для определения разрывов боковых связок коленного сустава. Ортопедия, травматология и протезирование. 1976; 6: 79.
Chernov A.P. Apparat dlia opredeleniia razryvov bokovykh svyazok kolennogo sustava [Apparatus for determining of lateral ligament tears of the knee]. Ortopediya, travmatologiya i protezirovanie. 1976;(6):79.
8. Horton M.G., Hall T.L. Quadriceps femoris muscle angle: normal values and relationships with gender and selected skeletal measures. Phys. Ther. 1989;69:897-901.
9. Lea R.D., Gerhardt L.J., Gerhardt J.J. Current concepts review range-of-motion measurement. J. Bone Joint Surg. Am. 1995;77(5).784-798.
10. Paley D. Principles of deformity correction. New York: Springer-Verlag; 2002. 806 p.
11. Rasmussen P.S. Tibial condylar fractures as a cause of degenerative arthritis. Acta Orthop. Scand. 1972; 3:566-572.
12. Schenker M.L., Mauck R.L., Ahn J. Mehta S. Post-Traumatic arthritis following intra-articular fractures: first hit or chronic overload? Univ. Pensylv. Orthop. J. 2012;22:26-29.
13. Volpin G., Dowd G.S., Stein H., Bentley G. Degenerative arthritis after intra-articular fractures of the knee. Long-term results. J. Bone Joint Surg Br. 1990;72(4):634-638.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Малышев Евгений Евгеньевич – доцент кафедры травматологии, ортопедии и ВПХ ГБОУ ВПО «Нижегородская государственная медицинская академия» Минздрава России
e-mail: eugenemal@yandex.ru;

Павлов Дмитрий Викторович – заведующий травматолого-ортопедическим отделением ФГБУ «Нижегородский НИИ травматологии и ортопедии» Минздрава России
e-mail: pavlovasobaka@yandex.ru;

Блинов Сергей Валерьевич – ассистент кафедры хирургии ФПКВ ГБОУ ВПО «Нижегородская государственная медицинская академия» Минздрава России
e-mail: serg512@bk.ru.

Рукопись поступила 03.10.2012