

*О.П. Шалатонина, П.Г. Скакун, п.В. Кандыбо, А.П. Юзефович, Л.П. Степура*  
**Физиологические характеристики деформирующего остеоартроза и их изменения  
после тотального эндопротезирования коленного сустава**

*ГУ "Республиканский научно-практический центр травматологии и ортопедии"*

Проведено исследование функционального состояния нервно-мышечного аппарата и периферического кровообращения у больных деформирующим артрозом коленных суставов на основании применения электромиографических, реовазографических и ультразвуковых методов. Полученные данные показали, что изменения произвольной и вызванной биоэлектрической активности (БА) мышц зависят от тяжести гонартроза и состояния мышц. После имплантации эндопротеза определено увеличение параметров нейромышечной активности и регионарного кровотока у пациентов с лучшим функциональным статусом.

Ключевые слова: электромиография, триплексное сканирование, эндопротезирование коленного сустава, деформирующий остеоартроз.

Сложная и четкая работа суставов нижних конечностей, строгая координация сокращений мышц, последовательная смена положения их сегментов обеспечивают программу ходьбы человека. Связующим звеном нижней конечности является коленный сустав, который часто подвержен деформирующему артрозу (ДОА) с прогрессирующим ограничением двигательной функции, первоначальным появлением болей при нагрузке, а затем и в покое.

Недостаточность научных разработок по выяснению причин острых хронических болей у пациентов с гонартрозами, неустойчивости коленных суставов, роли мышц в ее возникновении, особенности периферического кровообращения, осложнений хирургического лечения явились целью и обоснованием проведения данной работы. А именно – определение с помощью инструментальных методов функционального состояния сегментарных нервных структур, периферического кровообращения и нервно-мышечного аппарата, степени поражения внутрисуставных хрящевых и мягкотканых структур.

#### Материалы и методы

использован метод суммарной электромиографии (ЭМГ) у 60 больных ДОА коленного сустава 3 и 4 степени в трех возрастных группах: I группа – 40-50 лет, II группа – 51-60 лет, III группа – 61-80 лет. Применяли биполярное отведение биоэлектрической активности (БА) мышц бедра (*m. vastus lateralis, m. vastus medialis, m. biceps femoris, m. semitendinosus*) и мышц голени (*m. tibialis anterior, m. extensor hallucis longus, m. peroneus longus, m. gastrocnemius medialis, m. soleus*). При анализе суммарной ЭМГ использовались следующие характеристики: структура ЭМГ, амплитуда биоэлектрической активности (БА) и частота осцилляций. Тестирующими нагрузками являлось состояние относительного физиологического покоя, произвольного максимального напряжения или движения.

Методом стимуляционной ЭМГ изучали эфферентную возбудимость мышц и рефлекторную возбудимость а - мотонейронов спинного мозга (СМ). При этом раздражали большеберцовый нерв одиночными прямоугольными импульсами и регистрировали Н-рефлекс и М-ответ *m. soleus*.

Выполнено реографическое исследование и триплексное сканирование (ультразвуковая доплерография, В-режим, ЦДК-режим) магистральных артерий и вен у 103 пациентов 3-х возрастных групп. Билатерально регистрировали реограммы бедра, голени и стопы в покое. Определяли пульсовой прирост крови (DV, мл), объемную скорость кровотока (Q, мл/100см<sup>3</sup>/мин), диастолический (ДКп,%) и диастолический (ДСп,%) индексы. исследовали а. а. и v. v. femorales, femoris superficiales, profunda femoris, poplitea, tibiales posteriores.

Определяли среднюю скорость кровотока ( $V_{\text{ср.}}$ , см/мин), пиковую скорость кровотока ( $V_{\text{пик.}}$ , см/мин), пульсативный индекс (PI), кровяной поток (КП, л/мин), диаметр сосуда (см).

Аппаратурное обеспечение: нейроусреднитель «Reporter-Esaote Biomedica» (Венгрия), Нейрософт (Россия), реограф «Рео-Спектр-3» (Россия), компьютер Samsung, ультразвуковой сканер «EN VISOR» (PHILIPS), линейный датчик 5-12 МГц.

Степень дегенеративных изменений в костных структурах сустава определялась с помощью рентгенологического исследования и общеизвестных критериев [1], а также дополнялась данными ультразвуковой диагностики состояния мягкотканых образований [2].

### Результаты и обсуждение

Эндопротезирование коленного сустава – это реконструктивное хирургическое вмешательство, заключающееся в замещении патологически измененных сочленяющихся поверхностей бедренной и большеберцовой кости (в некоторых случаях надколенника) на искусственные, с целью уменьшения или ликвидации интенсивности болевого синдрома, восстановления подвижности в коленном суставе и опороспособности нижней конечности. Если имеется выраженное нарушение соотношения осей конечности в предоперационном периоде, недостаточность капсульно-связочных структур коленного сустава, нервно-мышечного аппарата, выраженных сосудистых нарушений, то после первичного эндопротезирования, особенно с использованием несвязанных эндопротезов, возрастает риск нестабильности коленного сустава после операции. В этих случаях решающее значение приобретает разработка хирургической тактики и эффективность последующей реабилитации.

В течение 2008 года в клинике РНПЦ травматологии и ортопедии выполнено 173 операции тотального эндопротезирования коленного сустава 154 пациентам с ДОО коленных суставов 3-4 степени. Средний возраст пациентов составил 60,9 лет (31-81 год). В 167 случаях был применен несцепленный бикондилярный эндопротез «Osteonics SCORPIO CR» (Stryker Corp., USA), в 6 – сцепленный.

По рентгенологическим характеристикам обследуемые больные относились к 3-4 степени поражения суставов деформирующим артрозом, после операции это было подтверждено морфологическими данными [3]. С помощью ультразвуковой диагностики (УЗп) детализировалась его распространенность и воздействие на костно-хрящевые и мягкотканые структуры. При этом выявлено уменьшение толщины гиалинового хряща до 1-го мм и менее в виде отдельных островков, наличие краевых остеофитов в форме крючков и усов. Наблюдалось также очаговое утолщение синовиальной оболочки до 3-х мм и более, скопление жидкости в полости сустава и в двух-трех сумках, протрузия менисков до 2/5 их высоты, кисты различной степени. Указанные изменения являются раздражающими факторами внутрисуставных рецепторных структур, приводящими к интенсификации ноцицептивной афферентации, острым хроническим болям, функциональным сдвигам, которые характеризуются ниже.

Исследование функции нервно-мышечного аппарата показало, что в I группе больных структура ЭМГ мышц бедра на интактной конечности относилась к I типу, на стороне заболевания - к смешанному I-II (отклонение от нормы). Наблюдалась асимметрия амплитуд на интактной стороне и стороне ДОО со значительным снижением их на последней. Разница амплитуд *m. vastus lateralis*, *m. vastus medialis* определялась при сравнении с контрольными данными. Так, для *m. vastus lateralis* контрольное значение амплитуды БА составляло  $655 \pm 191$  мкВ, в I группе оно было снижено на 55% ( $295 \pm 78$  мкВ,

$p \leq 0,05$ ) на больной конечности, на 22% ( $533 \pm 71$  мкВ,  $p \leq 0,05$ ) – на интактной. Уменьшение частоты БА на поражённой стороне также подтверждалось статистически, в то время как изменения параметров ЭМГ мышц интактной конечности были умеренными и недостоверными.

У пациентов II и III групп, которые были старше по возрасту и имели поражение разной степени на обеих конечностях, наблюдалось изменение структуры ЭМГ на более поражённой стороне и особенно отчётливая разница определялась по количественным параметрам. Так, амплитуда активности на стороне ДОА у больных II группы не превышала 210 мкВ, потенциалы были редкими, полифазными или длительными. Отличия амплитуд БА получили статистически достоверное подтверждение между мышцами поражённой стороны и контрольными данными. Снижение активности *m. vastus lateralis* интактной стороны на 37% ( $414 \pm 37$  мкВ,  $p \leq 0,05$ ) также было достоверным. Частота осцилляций на стороне ДОА урежена по сравнению с частотой в контроле и в мышцах контралатеральной стороны. В мышцах голени также выявлены изменения их функционального состояния, но в меньшей степени, чем в мышцах бедра.

Проведено сравнение величины БА мышц бедра на более поражённой ДОА стороне пациентов III группы с контрольными данными. Выявлено снижение амплитуды *m. vastus lateralis* на 70% и *m. vastus medialis* на 72% на больной конечности. Разница амплитуд между мышцами интактной (менее поражённой) конечности и контрольными величинами составила соответственно 50% и 64%.

При сопоставлении ЭМГ мышц пациентов трех групп определяется снижение амплитуд в мышцах пациентов II и III групп на 32-34%. В отличие от этого не выявлено значимых различий между активностью мышц на стороне ДОА в группе II и III (2-4 %). А на интактной стороне в группах III наблюдается более низкая амплитуда БА (*m. vastus lateralis* на 24%, *m. vastus medialis* на 34%) по сравнению с таковой в группе II. Имеются также различия частотных параметров со снижением их на 10-20% в мышцах интактной конечности относительно контрольных данных. Изменения амплитудных и частотных параметров в группе III в сторону их снижения могут свидетельствовать о развитии деструктивных процессов и в интактном суставе, а также о перегрузке нервно-мышечного аппарата этой конечности. В группе II-III проведены исследования активности мышц бедра и голени в ближайшем послеоперационном периоде (10-14 дней). При этом обнаружено, что у 14 из них в мышцах бедра оперированной конечности БА была угнетена до 80-85% и не могла отвечать обеспечению разгибательной функции, а у 6 из 20 пациентов наблюдалось увеличение на 10-15% амплитуды БА *m. vastus lateralis*, *m. biceps femoris* и *m. semitendinosus* по сравнению с исходными данными. В мышцах голени у 11 пациентов величина ЭМГ не изменилась, а у 8 увеличилась на 20-30%. На интактной конечности увеличилась БА одной мышцы бедра у 7, двух мышц – у 5 пациентов, во всех мышцах голени динамика была положительной. Эти физиологические наблюдения показывают, что оперативное вмешательство сопровождается в ближайшем послеоперационном периоде резким снижением активности мышц бедра у пациентов, имевших выраженный дефицит нейромоторной функции до операции (50 – 70%) и медленным частичным восстановлением ее через 3-6 месяцев. С одной стороны это можно объяснить тем, что гипотрофия мышц бедра была значительной, с другой – отражением реакции сенсомоторных структур на хирургическое воздействие и дислокацию рецепторной зоны. У пациентов с умеренным дефицитом мышечной функции до операции (снижение ее менее, чем на 40%) наблюдалось относительно небольшое падение или даже увеличение амплитуд БА после операции и

частичное восстановление ее уже через 1,5 месяца. Реабилитация активности мышц голени происходила интенсивнее в связи с более стабильным состоянием ее до операции.

Особый интерес представляют данные о рефлекторной возбудимости  $\alpha$ -мотонейронов СМ на уровне поясничного утолщения. При анализе данных стимуляционной ЭМГ в I группе обнаружено, что амплитуда моторного (М-ответа) распределялась от 1,1 до 8,4 мВ, Н-рефлекса - от 1,1 до 5,0 мВ. Относительно контрольных значений они были снижены соответственно на 40 и 30%. Среднее значение отношений Н/М составляло 58%. Во II группе пациентов амплитуда М-ответа камбаловидной мышцы находилась в границах 0,4-6,0 мВ, а Н-рефлекса - 0,1-4,4 мВ, отношение Н/М 44% (в норме - 50-70%). В III группе параметры ВП камбаловидной мышцы отличались от предыдущих лишь на 10-14%. Через 2 недели после операции наблюдалось снижение амплитуды Н-рефлекса в I группе на 18%, во II группе - 28%, в III - 32%, а амплитуды М-ответа соответственно на 30%, 25% и 35%. При этом следует отметить, что у 4 больных стимуляция большеберцового нерва сопровождалась только М-ответами камбаловидной мышцы, Н-рефлексы отсутствовали на стороне ДОА и были снижены на интактной стороне. Ослабление рефлекторных и моторных ответов камбаловидных мышц пациентов с ДОА, особенно II и III группы, указывает на наличие иннервационного дефицита в функциональной системе нижних конечностей и в совокупности с выраженным болевым синдромом и клиническими данными обосновывает целесообразность замены больного сустава.

По данным триплексного сканирования магистральных артерий нижних конечностей у пациентов с ДОА 3-4 степени выявили атеросклеротические проявления разной степени. Их выраженность находилась в прямой зависимости от возрастной группы. Начальное органическое поражение артерий, выражавшееся в уплотнении комплекса интима-медиа (КпМ) в сочетании с незначительным его утолщением, диагностировано у 23% пациентов I группы, у 31% пациентов II группы, у 11% пациентов III группы. Сочетание уплотнения и утолщения КпМ и атеросклеротических бляшек (АБ), со стенозированием просвета от 24% до 40%, обнаружено у 23% пациентов I группы, у 48% пациентов II группы и у 88% пациентов III группы. У 53% пациентов I группы и у 4% пациентов II группы отсутствовали атеросклеротические проявления. Кроме того, качественные и количественные параметры кровотока по магистральным артериям свидетельствовали о незначительном функциональном спазме *a.femoralis* на стороне предполагаемого протезирования. По магистральным венам отмечалось усиление венозного оттока на стороне более выраженного болевого синдрома.

По данным РВГ по сравнению с нормой определялось достоверное выраженное (53-61%) снижение значений  $\Delta V$  и  $Q$  в области бедер и коленных суставов, умеренное (41-46%) в области голени и стоп [Рис.1]. Показатели венозного оттока колебались в пределах нормативных значений. Выявленные отличия количественных показателей объемного кровотока относительно контрольных значений не имели существенных различий у пациентов разных возрастных групп.

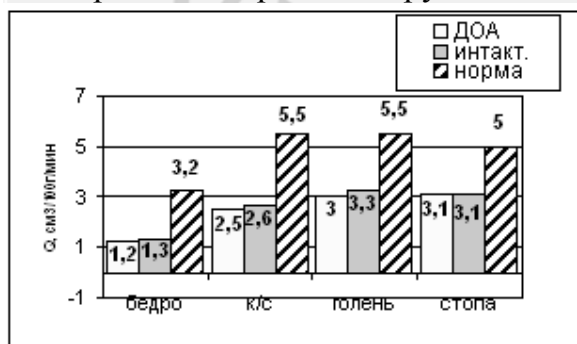


Рисунок 1. изменение показателей объемной скорости кровотока (Q) сегментов нижних конечностей у пациентов ДОА по сравнению с нормативными значениями

Таким образом, у пациентов с ДОА определяется атеросклеротическое поражение магистральных артерий, в большей степени выраженное в третьей возрастной группы. Параллельно со снижением двигательной активности мышц отмечалось снижение уровня кровенаполнения нижних конечностей. На стороне предполагаемой операции выявлен незначительный спазм a.femoralis, а на обеих нижних конечностях выраженный функциональный спазм крупных, средних и мелких артерий в области бедер и коленных суставов и умеренный в области голени и стоп.

Через 2 недели после операции у большинства пациентов в области бедра и коленного сустава оперированной конечности отмечали понижение параметров объемного кровотока в среднем на 20%, тогда как в области голени и стопы  $\Delta V$  и Q повысились, но не достигли нормативных значений. По данным УЗДГ на стороне эндопротезирования диаметр a.femoralis уменьшился в среднем на 10%, а диаметр a.poplitea на 8%, как отражение возникновения функционального спазма. По магистральным венам определялось снижение скорости в vv. tibiales posterior и vv. poplitea, более выраженное на оперированной конечности, т.е. замедление венозного оттока.

#### Выводы

1. У пациентов с ДОА коленных суставов III и IV степени наблюдается дестабилизация функционального состояния мышц нижних конечностей при произвольных и вызванных рефлекторных реакциях в сочетании со снижением параметров периферического объемного кровотока, что указывает на важность проведения упреждающей реабилитации для обеспечения эффективности реконструктивно-восстановительного лечения.

2. При определении необходимости хирургического лечения и выборе модификации имплантата используются клиничко-рентгенологические, функциональные (ЭМГ, РВГ, УЗп) данные о состоянии конечности и внутрисуставных структур.

3. В ближайшие сроки после операции эндопротезирования (10-14 дней, 1,5 мес.) отмечается тенденция к увеличению значений физиологических параметров, особенно у лиц с наиболее сохранным их состоянием в дооперационном периоде.

#### Литература

1. Михайлов, А. Н. Справочник врача-рентгенолога и рентгенлаборанта / А. Н. Михайлов. М., 2006. с. 638.

2. Степура, Л. п. Возможности ультразвуковой диагностики в оценке дегенеративно-дистрофических изменений в коленном суставе / Л. п. Степура, С. Б. Борейко, Е. В. Левченко // Материалы VIII съезда травматологов-ортопедов Республики Беларусь. Минск, 2008. С. 131–132.

3. Пашкевич, Л. А. Состояние нервно-мышечных и костно-хрящевых структур при имплантации искусственных коленных суставов / Л. А. Пашкевич [и др.] // Материалы VIII съезда травматологов-ортопедов Республики Беларусь. Минск, 2008. С. 332–325