

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ КОНСЕРВАТИВНОЙ И ОПЕРАТИВНОЙ ТАКТИКИ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ ТРАВМЫ ПКС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РОБОТИЗИРОВАННОЙ МЕХАНОТЕРАПЕВТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ «CON-TREX»

УДК 615.82

**Разваляева Д.В., Разваляев А.С., Еремушкин М.А., Стяжкина Е.М.**

*Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России, Москва, Россия*

## COMPARATIVE EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF CONSERVATIVE AND SURGICAL TACTICS OF THE PATIENTS TREATMENT AFTER AN ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT INJURY USING THE ROBOTIC MECHANIC-THERAPEUTIC SYSTEM «CON-TREX»

**Razvalyaeva D.V., Razvalyaev A.S., Eremushkin M.A., Styazhkina E.M.**

*National Medical Research Center of Rehabilitation and Balneology, Moscow, Russia*

Разрыв передней крестообразной связки (ПКС) является одним из наиболее распространенных повреждений связочного аппарата коленного сустава и в то же время одной из самых частых травм, наблюдаемых в ортопедической практике. Так, в среднем за год в общей популяции на 100 000 человек приходится 30-35 случаев разрыва ПКС. В Соединенных Штатах Америки ежегодно происходит более 250.000 травм ПКС, при этом 125.000-175.000 человек проходят оперативное вмешательство [1, 2].

В подавляющем числе случаев, повреждение ПКС – это результат от бесконтактной травмы: сочетание движений, таких как отведение бедра и внутренняя ротация, сгибание коленного сустава или вращение голени с вальгусом стопы и голеностопного сустава, что приводит к частичным или полным разрывам ПКС. Травма характеризуется нестабильностью сустава, что связано с повышенным риском раннего вторичного остеоартрита коленного сустава. Варианты лечения варьируются от неоперативного, включающего аппаратную физиотерапию, лечебную гимнастику с целью укрепления четырехглавой мышцы заинтересованного бедра и изменением объема физической активности, до хирургической реконструктивной пластики ПКС [3].

В ранние сроки после травмы основные показания к хирургической реконструкции связаны со степенью нестабильности коленного сустава и уровнем активности пациента. В отдаленные сроки основным показанием к хирургической реконструкции является периодическая нестабильность коленного сустава [4]. Однако, при высоком уровне функциональных притязаний пациента (спортсмены, артисты балета и т.п.) показания к оперативному лечению расширяются, а при низком

(лица, страдающие тяжелыми соматическими заболеваниями и т.п.) – ограничиваются [5]. Операции по реконструкции ПКС не всегда восстанавливают в полной мере механику коленного сустава, приводя к развитию хронического болевого синдрома и снижению функции сустава. В то же время, несмотря на хирургическое вмешательство, заболеваемость посттравматическим остеоартритом увеличивается у активных людей.

Риск развития остеоартрита высок в долгосрочной перспективе, особенно, если требуется повторная операция. Кокрановский обзор (2015) и не так давно проведенные рандомизированные контролируемые исследования показали, что для значительной группы обследуемых пациентов доказательств для рекомендации им оперативного лечения было недостаточно, и не было обнаружено достоверных различий между теми, у кого была реконструкция, и теми, кто лечился консервативно, в отношении восстановления функции коленного сустава, состояния здоровья и возврата к состоянию «предтравмы» независимо от выбора лечебной тактики [6].

Ageberg E. и соавт. (2005) исследовали мышечную силу у пациентов, получавших консервативное лечение, и пациентов, перенесших хирургическую реконструкцию ПКС и послеоперационную реабилитацию. Через 2–5 лет наблюдения у 44% пациентов, получавших хирургическое лечение, и 44% пациентов, получавших консервативное лечение, восстановление силы мышц бедра отмечалось более чем на 90% [7].

Другое исследование (2010), сравнивающее результаты оперативного и консервативного лечения через 2–5 лет после травмы ПКС, не выявило различий в силе четырехглавой мышцы. Независимо от вида

проведенного лечения, дефицит силы четырехглавой мышцы всегда выявлялся после травмы ПКС и мог сохраняться в течение длительного времени. Данные этого исследования не поддерживают тезис о том, что реконструкция ПКС, как средство улучшения показателей силы четырехглавой мышцы по сравнению с консервативным лечением имеет какие-либо преимущества. В недавнем систематическом обзоре сравнили рентгенограммы пациентов, получавших оперативное и консервативное лечение, в среднем через 14 лет после повреждения ПКС и также не обнаружили значимых различий между группами по остеоартриту. Современные данные так же не подтверждают преимуществ использования реконструкции ПКС для уменьшения проявлений вторичного остеоартрита коленного сустава [8].

Таким образом, можно заключить, что хирургическое вмешательство не влияет на восстановление силы мышц бедра и не является необходимым условием для восстановления мышечной функции после повреждения ПКС.

Основными целями в лечении разрыва ПКС являются восстановление функции в краткосрочной перспективе и предотвращение долгосрочных дегенеративно-дистрофических изменений в коленном суставе. Ключ к успешному лечению разрыва ПКС – правильная и ранняя реабилитация, в основе которой лежат упражнения, выполняемые пациентом в изометрическом и изокинетическом режимах [9].

Одной из форм реализации, так называемой «специальной гимнастики», может быть названо использование занятий на специализированных роботизированных комплексах «Con-trex» (Physiomed Elektromedizin AG, Германия), позволяющих в режиме БОС (биологической обратной связи) контролировать и дозировать двигательную активность пациента. Комплекс «Con-trex» позволяет начинать реабилитационные мероприятия на ранней стадии, благодаря активной компенсации силы тяжести, что позволяет тренировать пациентов, чье прилагаемое усилие даже меньше силы тяжести, действующей на конечность («тренировка в условиях невесомости») [10].

В 2017 г. на базе ФГБУ «НМИЦ РК» Минздрава России проходило исследование, целью которого являлось создание программы физической реабилитации для пациентов с остеоартритом коленного сустава II степени вне обострения на роботизированном комплексе «Con-trex». В результате чего были сделаны выводы, что занятия на роботизированном биомеханическом лечебно-диагностическом тренажерном комплексе «Con-trex» в сравнении с традиционной «изометрической гимнастикой» ЛФК (лечебной физической культуры) оказывают более выраженное положительное влияние на физическое состояние и самочувствие пациентов с данной патологией [11].

Однако по-прежнему остается актуальным вопрос о целесообразности реконструкции ПКС у лиц с малоподвижным образом жизни, систематически не занимающимися организованной физической активностью.

#### Цель исследования:

Провести сравнительную оценку эффективности тренировок для восстановления силовых возможностей четырехглавой мышцы бедра в закрытой кинематической цепи с использованием роботизированной механотерапии у пациентов, находившихся на консер-

вативном лечении и после артроскопической пластики ПКС.

#### Материалы и методы

В ФГБУ «НМИЦ реабилитации и курортологии» Минздрава России было обследовано 18 пациентов в возрасте от 45 до 65 лет с диагнозом: полный разрыв ПКС левого коленного сустава, остеоартрит II ст. Критериями включения в исследования являлись состояния: через 3 мес. после травмы ПКС (одностороннее повреждение) или через 3 мес. после оперативного вмешательства – аутопластика ПКС. Все пациенты вели малоподвижный образ жизни, не занимались организованными видами физической активности (не посещали спортивные секции, фитнес-центры, тренажерные залы и т.п.). Критериями исключения являлись: тяжелое повреждение хрящей (по данным магнитно-резонансной томографии), выпот в суставе, ограничение сгибания коленного сустава менее чем на 90°.

В 1 группу было включено 9 пациентов (женского пола) с повреждением ПКС, избравших безоперативную тактику лечения (применение нестероидных противовоспалительных препаратов, процедур аппаратной физиотерапии, упражнений лечебной гимнастики).

Во второй группе было 10 пациентов (7 женского и 3 мужского пола) после артроскопической операции: аутопластика ПКС. Послеоперационный период для этой группы пациентов также включал применение нестероидных противовоспалительных препаратов, процедур аппаратной физиотерапии, упражнений лечебной гимнастики, проводимых в амбулаторных условиях по месту жительства.

В обеих группах пациентов оценка мышечной силы проводилась по 6-бальной шкале мышечной силы и с использованием артрологического комплекса «Con-trex» в изокинетическом режиме с определением максимального крутящего момента мышц разгибателей коленного сустава (max ROM). Изокинетический тест оценки силы мышц бедер проводился при угловой скорости 0.1 м/с по программе с десятью повторениями во время каждого подхода. Определялись показатели силы максимального разгибания при разгибании коленного сустава.

Для оценки болевого синдрома использовалась шкала ВАШ (визуально-аналоговая шкала боли). Все исследования проводились в первый и последний дни лечения.

Продолжительность курса лечения в обеих группах составляла 10 процедур.

В качестве базовой медикаментозной терапии у всех пациентов применялся препарат «Алфлутоп» — оригинальный, не имеющий аналогов, комплексный хондропротектор, действующим компонентом которого является биоактивный концентрат из 4-х видов мелкой морской рыбы, который содержит мукополисахариды (хондроитин-4- и – 6- сульфат, кератан сульфат, дерматан сульфат), глюкуроновую кислоту, аминокислоты, пептиды, ионы натрия, калия, кальция, магния, железа, меди и цинка. В исследованиях *in vitro* было доказано противовоспалительное, обезболивающее и хондропротективное действие Алфлутопа на молекулярно-клеточном уровне, что подтверждено в клинических рандомизированных исследованиях и многолетним опытом применения в клинической практике. Препарат снижает активность гиалуронидазы, агрегационных ферментов, уровень провоспалительных интерлейкинов

(IL6, IL8, IL1 $\beta$ ), обладает антиоксидантным действием, способствует восстановлению количества и функциональной активности хондроцитов, усиливает экспрессию фактора транскрипции SOX9, что способствует дифференцировке хондроцитов, синтезу коллагена и внеклеточного матрикса.

Препарат вводился по 1 мл внутримышечно, ежедневно в течение 20 дней. Все пациенты выполняли тренировку с использованием роботизированной механотерапии на аппарате «Con-trex» в закрытой кинематической цепи. Рефлекторное включение сгибательной мускулатуры исключало «скольжение» берцовой кости во время разгибания ноги и снижало растяжение ПКС.

Тренировка длилась 20-30 мин, во время которой применялись 2 режима дозирования нагрузки: вначале СРМ-режим (Continuous Passive Motion) – движения с заданной скоростью («непрерывное пассивное движение»), затем изокINETический режим мышечного сокращения, при котором сегмент тела двигается по определенной амплитуде с предварительно заданной фиксированной скоростью.

В режиме СРМ выполнялась разминка в течение трех минут, во время которой измерялся и регистрировался вращающий момент движения (сила). Далее в два подхода проводилось чередование режима СРМ и изокINETического (СРМ – 2 мин., изокINETический – 10 повторений; СРМ – 2 мин., изокINETический – 10 повторений). Завершалась тренировка в режиме СРМ – 3 мин.

Значимость различий между параметрами первой и второй групп проверяли с помощью t-критерия Стьюдента.

### Результаты и обсуждения

По окончании курса лечения отмечалась положительная динамика всех исследуемых показателей пациентов обеих групп.

В результате проведенного исследования установлено, что сила четырехглавой мышцы бедра в 1-й группе при поступлении была  $638.5 \pm 42.49$  Н, во 2-й –  $659.85 \pm 59.54$  Н.

После курса занятий на тренажере «Con-trex» мышечная сила в 1-й группе составила  $1229 \pm 159.9$  Н ( $p < 0.01$ ), во 2-й группе –  $1024.14 \pm 36.6$  Н ( $p < 0.001$ ). По отношению к рекомендованным показателям мышечный дефицит в 1-й группе составил 19%, во второй – 30.5% (рис. 1).

При использовании роботизированной механотерапии в закрытой кинематической цепи, по данным ВАШ, происходило уменьшение интенсивности болевого синдрома, который коррелировал с приростом мышечной силы четырехглавой мышцы бедра. Так в 1-й группе болевой синдром по ВАШ до занятий был  $4.8 \pm 0.31$  ( $p < 0.001$ ), после курса тренировок он составлял  $3 \pm 0.18$  ( $p < 0.001$ ) и являлся показателем болевого синдрома слабой интенсивности. Во 2-й группе болевой синдром уменьшился с  $4.4 \pm 0.39$  до  $3 \pm 0.29$  ( $p < 0.01$ ). При этом преимущественно пациенты женского пола отмечали повышение болезненности в коленном суставе, которое было связано с повышенной физической нагрузкой во время занятий на тренажере.

По итогам проведенного курса лечения мышечная сила в 1-й группе увеличилась на 590.5 Н, во 2-й на 362.29 Н (рис. 1).

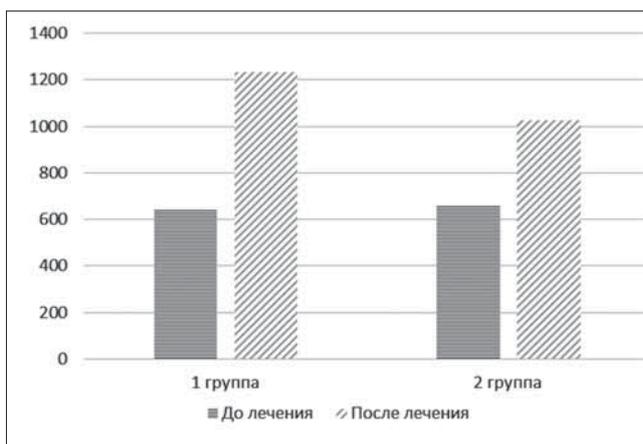


Рис. 1. Сравнительная динамика показателей силы мышц бедра при занятии на роботизированном комплексе «Con-trex»

### Выводы

У всех пациентов, при оценке показателей первого тестирования был выявлен дефицит силы четырехглавой мышцы бедра. Однако у пациентов, находившихся на консервативном лечении, дефицит мышечной силы был несколько больше, чем у пациентов, которым проводилось оперативное лечение, что может быть связано с предшествующим курсом интенсивной послеоперационной медицинской реабилитации.

В соответствии со шкалой ВАШ в обеих группах в процессе проводимых реабилитационных мероприятий отмечалось равнозначное уменьшение болевого синдрома. Однако по окончании курса тренировок прирост силы четырехглавой мышцы бедра был больше у пациентов, которым не выполнялось оперативное лечение. Данное наблюдение связывается нами с тем фактом, что оперативное вмешательство, даже в структуросберегающем варианте артроскопического вмешательства, допустимо рассматривать в качестве дополнительного травмирующего сустав агента. Вследствие чего восстановление функции коленного сустава у пациентов после оперативного лечения может протекать дольше и недостаточно интенсивно, в отличие от группы пациентов, предпочтших консервативную тактику лечения.

Тем не менее, поскольку во время исследования период тренировок составил только 10 занятий, продолжительность влияния тренировок была недостаточной для полного восстановления нарушенной функции заинтересованного коленного сустава, в сравнении с интактным.

Учитывая вышеизложенные данные, можно заключить, что комплексное консервативное лечение с применением хондропротекторов (Алфлутоп) и методов немедикаментозной терапии, допустимо рассматривать в качестве предпочтительного подхода для пациентов, которые не занимаются различными видами организованной физической активности и даже при планировании в последующем оперативной тактики лечения, следует предварительно проводить курс физической реабилитации с использованием тренировок на роботизированном комплексе «Con-trex», направленного на укрепление четырехглавой мышцы бедра.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Пушкарев В.П., Гречухин А.В., Дятлов Д.А., Ахметьянов Р.Р. Ассоциация вариации S677T MTHFR гена с разрывом передней крестообразной связки коленного сустава // Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2016; 4: 34-38.
2. Еремушкин М.А. Основы реабилитации. Учебное пособие. 5-е изд., стер. / М.: Академия, 2014. – 288 с.
3. Vielgut I., Dauwe J., Leithner A., et al. The fifty highest cited papers in anterior cruciate ligament injury. Int Orthop 2017 Jul; 41(7): 1405-1412.
4. Maguire J., Mervyn J Cross. Anterior Cruciate Ligament Pathology. Townsville Orthopaedics and Sport Surgery 2018 May.
5. Цыкунов М.Б. Реабилитация при повреждении капсульно-связочных структур коленного сустава и их последствиях // Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2016; 4: 51.
6. Failla M.J., Arundale A.J., Logerstedt D.S., Snyder-Mackler L. Controversies in Knee Rehabilitation: Anterior Cruciate Ligament Injury. Clin Sports Med 2015 Apr; 34(2): 301-312
7. Ageberg E. et al. Balance in single-limb stance in patients with anterior cruciate ligament injury: relation to knee laxity, proprioception, muscle strength, and subjective function. Am. J. Sports Med 2005 Oct; 33(10): 1527-1535
8. Logerstedt D.S., Snyder-Mackler L., Ritter R.C., Axe M.J., Godges J.J. Knee stability and movement coordination impairments: knee ligament sprain. J. Orthop. Sports Phys. Ther. 2010; 40(4): A1-A37.
9. Souryal T.O. Rehabilitation for Anterior Cruciate Ligament Injury Medication. American Academy of Orthopaedic Surgeons. Updated: Jul 16, 2018.
10. Ницше Н., Шульц Н. Эффект тренировок с открытой и закрытой кинематическими цепями после пластики передней крестообразной связки // Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2013; 8: 34-40.
11. Смирнова Н.Ю., Развалаяев А.С., Еремушкин М.А. Возможность применения роботизированного биомеханического комплекса CON-TREX в программе реабилитации пациентов с гонартрозом // Лечебная физическая культура: достижения и перспективы развития. Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием 1-2 июня 2017 г. – С. 180.

## REFERENCES:

1. Pushkarev V.P., Grechuhin A.V., Dyatlov D.A., Ahmet'yanov R.R. Associaciya variacii S677T MTHFR gena s razryvom perednej krestoobraznoj svyazki kolennogo sustava // Lechebnaya fizkul'tura i sportivnaya medicina. 2016; 4: 34-38.
2. Eremushkin M.A. Osnovy rehabilitacii. Uchebnoe posobie. 5-e izd., ster. / M.: Akademiya, 2014. – 288 s.
3. Vielgut I., Dauwe J., Leithner A., et al. The fifty highest cited papers in anterior cruciate ligament injury. Int Orthop 2017 Jul; 41(7): 1405-1412.
4. Maguire J., Mervyn J Cross. Anterior Cruciate Ligament Pathology. Townsville Orthopaedics and Sport Surgery 2018 May.
5. Cykunov M.B. Reabilitaciya pri povrezhdenii kapsul'no-svyazochnyh struktur kolennogo sustava i ih posledstviyah // Lechebnaya fizkul'tura i sportivnaya medicina. 2016; 4: 51.
6. Failla M.J., Arundale A.J., Logerstedt D.S., Snyder-Mackler L. Controversies in Knee Rehabilitation: Anterior Cruciate Ligament Injury. Clin Sports Med 2015 Apr; 34(2): 301-312
7. Ageberg E. et al. Balance in single-limb stance in patients with anterior cruciate ligament injury: relation to knee laxity, proprioception, muscle strength, and subjective function. Am. J. Sports Med 2005 Oct; 33(10): 1527-1535
8. Logerstedt D.S., Snyder-Mackler L., Ritter R.C., Axe M.J., Godges J.J. Knee stability and movement coordination impairments: knee ligament sprain. J. Orthop. Sports Phys. Ther. 2010; 40(4): A1-A37.
9. Souryal T.O. Rehabilitation for Anterior Cruciate Ligament Injury Medication. American Academy of Orthopaedic Surgeons. Updated: Jul 16, 2018.
10. Nicshe N., SHul'c N. Effekt trenirovok s otkrytoj i zakrytoj kinematicheskimi cepyami posle plastiki perednej krestoobraznoj svyazki // Lechebnaya fizkul'tura i sportivnaya medicina. 2013; 8: 34-40.
11. Smirnova N.YU., Razvalyayev A.S., Eremushkin M.A. Vozmozhnost' primeneniya robotizirovannogo biomekhanicheskogo kompleksa CON-TREX v programme rehabilitacii pacientov s gonartrozom // Lechebnaya fizicheskaya kul'tura: dostizheniya i perspektivy razvitiya. Materialy VI Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem 1-2 iyunya 2017 g. – S. 180.

## РЕЗЮМЕ

Разрыв передней крестообразной связки (ПКС) является одной из наиболее распространенных поврежденных связок коленного сустава и в то же время одной из самых частых травм, наблюдаемых в ортопедической практике. Независимо от вида проведенного лечения, дефицит силы четырехглавой мышцы всегда выявляется после травмы ПКС и может сохраняться в течение длительного времени. Данные исследований не поддерживают реконструкцию ПКС как средство улучшения показателей силы четырехглавой мышцы по сравнению с консервативным лечением после травмы ПКС. В нашей работе была проведена сравнительная оценка эффективности тренировок для развития силовых возможностей четырехглавой мышцы бедра в закрытой кинематической цепи с использованием роботизированной механотерапии «Con-trex» у пациентов, находившихся на консервативном лечении и после пластики ПКС. Установлено, что у пациентов, находившихся на консервативном лечении, дефицит мышечной силы был больше, чем у пациентов, которые получили оперативное лечение. При этом по окончании курса тренировок прирост силы четырехглавой мышцы бедра была больше у пациентов, которые не получили оперативное лечение. В соответствии со шкалой ВАШ в обеих группах уменьшился болевой синдром.

**Ключевые слова:** передняя крестообразная связка, закрытая кинематическая цепь, мышечная сила, физическая реабилитация, консервативное лечение, роботизированная механотерапевтическая система «Con-trex».

## ABSTRACT

Rupture of the anterior cruciate ligament (ACL) is one of the most common knee ligaments trauma and at the same time one of the most common injuries in orthopedic practice. Regardless of the type of a treatment performed, a deficiency of the quadriceps muscle is always detected after a ACL injury and can persist for a long time. Research data does not support the reconstruction of ACL as the way of improvement of the quadriceps muscle strength compared with conservative treatment after ACL injury. In our work, we conducted a comparative assessment of the effectiveness of training for developing the strength capabilities of the quadriceps femoris muscle in a closed kinematic chain using the «Con-trex» robotic mechanotherapy on patients undergoing conservative treatment after ACL surgery. It was found that in patients undergoing conser-

vative treatment, the deficit of muscle strength was greater than in patients who received surgical treatment. At the same time, at the end of the training course, the increase in the strength of the quadriceps femoris muscle was greater in patients who did not receive surgical treatment. according to the VAS scale, pain syndrome decreased in both groups.

**Keywords:** anterior cruciate ligament, closed kinematic chain mechanism, muscular strength, physical rehabilitation, conservative treatment, robotics mechanic-therapeutic system «Con-trex».

**Контакты:**

**Еремущкин Михаил Анатольевич.** E-mail: EremushkinMA@nmicrk.ru.



# АЛФЛУТОП

**ЗДОРОВЬЕ СУСТАВОВ В НАДЕЖНЫХ РУКАХ**

- 💧 Достоверное уменьшение боли
- 💧 Улучшение функции суставов
- 💧 Достоверное повышение уровня гиалуроновой кислоты в суставной щели
- 💧 Уменьшение деградации матрикса суставного хряща\*

**NEW ПОВЫШАЕТ УРОВЕНЬ ЗАЩИТНЫХ P<sub>g</sub> В СЛИЗИСТОЙ ЖЕЛУДКА\*\***



**ЗдоровьеСуставов.рф**



БИОТЕНОС  
115432, Москва,  
пр-т Андропова,  
д. 18, корп. 6  
8 (495) 150-24-71  
www.alflutop.ru

\* Л.И. Алексеева, Е.П. Шаранова, Е.А. Таскина, Н.В. Чинасова, Г.Р. Имамтединова, Н.А. Шостак, Н.Г. Правдок, Л.Н. Денисов. Многоцентровое слепое рандомизированное плацебоконтролируемое исследование симптом- и структурно-модифицирующего действия препарата Алфлутоп у больных остеоартрозом коленных суставов. Научно-практическая ревматология. 2014; 52(2): 174-177. DOI:10.14412/1995-4484-2014-174-177.

\*\* В.Н. Дроздов и соавт. Алфлутоп – в современной симптом- модифицирующей терапии остеоартрита. Терапевтический архив. 2019, №5.



ИМЕЮТСЯ ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ. НЕОБХОДИМО ПРОКОНСУЛЬТИРОВАТЬСЯ СО СПЕЦИАЛИСТОМ