

8. Шугабейкер П.Х. Хирургия сарком мягких тканей и костей. Принципы и оперативная техника / П.Х. Шугабейкер, М.М. Малауэр. — М.: Медицина, 1996. — С. 87–96.
9. Вплив ушкодження епіфізу та наросткової пластинки кістки на подальший ріст кінцівки після ендопротезування (експериментальне дослідження) / Шевченко С.Д., Баєв В.В., Малишкіна С.В., Нікольченко О.А. // Ортопед., травматол. и протезир. — 2008. — № 4. — С. 82–87.
10. Endoprosthesis management of the extremities of children after resection of primary malignant bone tumors / Krepler P., Dominikus M., Toma C.D., Kotz R. // Orthopade. — 2003. — Vol. 32, № 11. — P. 1013–1019.
11. European convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes. — Strasburg, 1986. — 10 p.
12. Grouping endoprosthesis for primary malignant bone tumours / Tillman R.M., Grimer R.J., Carter S.R. [et al.] // Medical and pediatric oncology SIOP XXVIII Meeting. — Vienna, 1996. — Vol. 27, № 4. — P. 248.
13. Henshaw R.M. Endoprosthetic reconstruction of the proximal humerus for large segmental defects following sarcoma resection / Henshaw R.M., Malawer M.M. // Plastic and Reconstructive Surgery in Oncology : The First International Symposium. — Moscow, 1997. — P. 82.
14. Non-invasive distal femoral expendable endoprosthesis for limb-salvage surgery in pediatric tumours / Gupta A., Meswania J., Pollock R. [et al.] // J. Bone Joint. Surg. — 2006. Vol. 88-B, № 5 — P. 649–654.
15. Prosthetic knee replacement after resection of a malignant tumor of the distal part of the femur. Medium to long-term results / Kawai A., Muschler G.F., Lane J.M. [et al.] // J. Bone Jt Surg. — 1998. — Vol. 80-A, № 5. — P. 636–647.
16. Yang Yi. Semi-joint Prosthesis Replacement in Treatment of Children's Malignant Tumor around Knee / Yang Yi, Guo Wei, Yang Rongli // 14th International Symposium on Limb Salvage. — Hamburg, Germany, 2007. — P. 187.

УДК 616.718:617–089:615.477.67

РЕКОМЕНДОВАННЫЕ СТАНДАРТНЫЕ ПРОГРАММЫ УДЛИНЕНИЯ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ ПРИВОДНЫМИ ВНУТРИКОСТНЫМИ АППАРАТАМИ

В. В. Драган¹, М. В. Андрианов¹, Ю. И. Андрияшек¹, А. В. Ткач¹, А. В. Плоткин²,
А. Е. Шпунтов¹, П. Н. Федуличев², А. А. Герман¹, А. В. Данилюк¹

¹ГУ «Крымский государственный медицинский университет
им. С. И. Георгиевского», г. Симферополь, Украина

²6-я городская клиническая больница скорой помощи, г. Симферополь, Украина

RECOMMENDED STANDARD PROGRAMS FOR LENGTHENING OF LOW EXTREMITIES USING DRIVING INTROSSEOUS DEVICES

V. V. Dragan, M. V. Andrianov, Yu. I. Andriiashek, A. V. Tkach, A. V. Plotkin, A. Ye. Shpuntov,
P. N. Fedulichhev, A. A. Herman, A. V. Danyliuk

The present study provides the optimal regime for lengthening of long bones by use of driving intraosseous distraction devices depending on the specific clinical problem. This regime has a positive influence on results of restorative treatment of patients and terms of lengthening programs.

The presented material is based on many years clinical experience for use of intramedullary distraction nailing and may be useful for further scientific researches.

Key words: femur, tibia, monosegmental lengthening, paired lengthening, multi-paired lengthening, muscle tissue, strain, restorative treatment.

РЕКОМЕНДОВАНІ СТАНДАРТНІ ПРОГРАМИ ПODOВЖЕННЯ НИЖНІХ КІНЦІВОК ПРИВОДНИМИ ВНУТРІШНЬОКІСТКОВИМИ АППАРАТАМИ

В. В. Драган, М. В. Андрианов, Ю. І. Андрияшек, А. В. Ткач, А. В. Плоткін, А. Є. Шпунтов,
П. Н. Федуличев, А. А. Герман, А. В. Данилюк

У представленому дослідженні подається обґрунтування оптимального режиму подовження довгих кісток нижніх кінцівок приводними внутрішньокістковими дистракційними апаратами залежно від поставленого конкретного клінічного завдання, що позитивно відбивається на показниках відновного лікування пацієнтів і термінах виконання програм подовження.

Представлений матеріал заснований на багаторічному клінічному досвіді застосування внутрішньокісткового дистракційного остеосинтезу і може бути корисний у подальших наукових дослідженнях.

Ключові слова: стегно, гомілка, моносегментарне подовження, парне подовження, мультипарне подовження, м'язова тканина, розтягування, відновне лікування.

Введение

В научной литературе, посвященной вопросам дистракционного остеосинтеза, широко известно правило оптимальной суточной дистракции длинных костей — 1 мм [6, 7].

Скорость дистракции определяется не способностью внешнего или внутрикостного аппарата создать максимально возможный суточный диастаз (здесь проблем нет), а созданием оптимальных условий для суточной дистракции. «Оптимальных», с точки зрения наилучшей регенерации и мышечной адаптации [5].

Известно, что дистракционные силы и силы сопротивления мягких тканей во время удлинения находятся на встречных направлениях. Но, если для *внутрикостных методов*, эти векторы сил разминаются друг с другом по «встречным дорогам с разделительной полосой (стенкой кости)», то для *внешних методов* одна из сил движется «против правил» по «дороге с односторонним движением» [1]. То есть функция фиксации и функция дистракции находятся в антагонизме друг с другом. Эта ситуация влияет на условия, в которых происходит растяжение мягких тканей удлиняющегося сегмента.

При *внутрикостных методах* первостепенное внимание уделяется костной регенерации, которая во многом зависит от выбранного режима дистракции в контексте запланированной общей программы удлинения сегмента.

Цель работы — увеличить активность пациента и его качество жизни в период одновременного удлинения нижних конечностей более, чем на 12 см приводными внутрикостными аппаратами с возможностью сохранения гармоничных пропорций.

Материалы и методы

В нашей клинике произведено удлинение нижних конечностей приводным внутрикостным аппаратом 155 пациентам:

- 1) моносегментарное — 87 пациентам:
 - у 86 — бедро (средняя величина удлинения — $8,3 \pm 0,5$ см);
 - одному — голень (5 см);

2) парное — 64 пациентам:

- у 55 — бедро (средняя величина удлинения — $8,5 \pm 0,5$ см);
- у 9 — голень (средняя величина удлинения — $4,5 \pm 0,3$ см);

3) мультипарное — 4 пациентам:

- одному пациенту произведено одновременное удлинение четырех сегментов;
- трем пациентам «пара за парой» со средней величиной удлинения — $12,5 \pm 0,5$ см. Одному пациенту произведено удлинение в три этапа парной дистракции: бедро — бедро (7,5 см) + голень — голень 1 (5 см) + голень — голень 2 (4 см). Величина удлинения составила 16,5 см.

Находясь внутри кости (бедро — рис. 1а или голень — рис. 1б), приводной внутрикостный аппарат [2] выполняет функцию фиксатора фрагментов кости и амортизатора силовых нагрузок на кость. Динамическая функция аппарата осуществляется за счет привода (1), фиксируемого к наружному корпусу (2) аппарата, и специального пружинно-храпового механизма, который находится внутри наружного корпуса (2). Наличие зубьев храповика дает возможность срабатывания механизма аппарата при незначительной амплитуде движений привода, которые осуществляются пациентом самостоятельно, что приводит в действие пружинно-зубчатый механизм внутрикостного аппарата и последовательно обеспечивает строго дозируемое и плавное динамическое выдвигание штока (3) аппарата, тем самым изменяя расстояние (4) между фрагментами кости проксимальным (5) и дистальным (6). Суточная величина увеличения расстояния (4) между фрагментами кости (удлинения кости) в среднем составляет 0,75–1,0 мм.

После завершения необходимой программы по достижению заданной величины удлинения кости отключают привод (1) внутрикостного аппарата (через разрез (7) в проекции локализации привода для бедра и голени). Извлекают аппарат из кости после полной

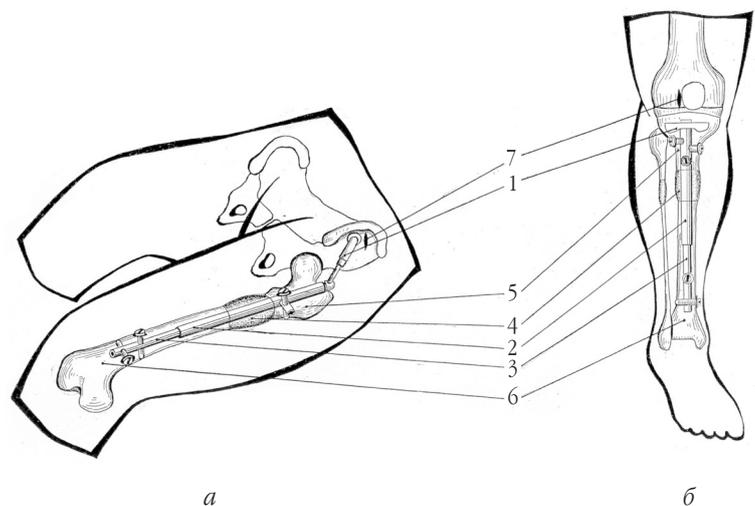


Рис. 1. Схема расположения приводного дистракционного внутрикостного аппарата в бедренной (а) и большеберцовой кости (б)

функціональної реабілітації і перестройки дистракційного регенерата в полноценну костную ткань.

После завершения необходимой программы по достижению заданной величины удлинения кости отключают привод (1) внутрикостного аппарата (через разрез (7) в проекции локализации привода для бедра и голени). Извлекают аппарат из кости после полной функциональной реабилитации и перестройки дистракционного регенерата в полноценную костную ткань.

Результаты и их обсуждение

Опыт клинического применения методов удлинения длинных костей нижних конечностей приводными внутрикостными аппаратами (этапы) позволяет выделить наиболее оптимальные варианты программ удлинения для бедра и голени, включающие такие важные аспекты, как план дистракции, скорость дистракции, величина удлинения и др. В целом, можно выделить следующие **виды удлинения нижних конечностей:**

- 1) моносегментарное — для бедра и голени [2];
- 2) парное — для бедра и голени [2];
- 3) мультипарное [2, 5].

Необходимо сказать несколько слов о термине “*мультипарное удлинение*” [5]. Используемый в научной литературе термин “полисегментарное удлинение” не совсем верно отражает суть процесса дистракции, когда для получения клинического результата используются исключительно парные сегменты (“голень — голень” или “бедро — бедро”). Термин “полисегментарное удлинение” уместен, к примеру, для вариантов удлинения конечностей внешними конструкциями, когда врач вынужден брать для одновременной дистракции противоположные непарные сегменты (перекрестный метод “голень — бедро”) с последующей альтерацией сторон [4].

Программы удлинения, нацеленные на максимальный результат, когда одновременно или последовательно производится дистракция соответствующих пар сегментов, уместно обозначить термином “мультипарное удлинение”, то есть удлинение “пара за парой”. Приставка, обозначающая множественность, выбрана как “мульти-”, то есть множественность со смыслом однородности [5].

Выбор программы удлинения зависит от:

- 1) конкретной клинической задачи;
- 2) показателей здоровья пациента;
- 3) его конституционных особенностей и уровня подготовленности к дистракционному процессу;
- 4) учета интересов и пожеланий пациента.

Тем не менее, необходимо указать оптимальные величины удлинения, служащие, прежде всего, своеобразным индикативным опорным показателем при планировании любой конкретной программы удлинения. Под термином “оптимальный” в данном случае подразумевается такой алгоритм дистракционного процесса, когда удлинение проходит в достаточно комфортных для пациента условиях, без выраженного стресса для организма, для связочно-мышечного аппарата, для суставов, с хорошими результатами восстановления функций нижних конечностей, в том числе и по временным показателям.

Рекомендованные стандартные программы для различного количества сегментов имеют много общего в организации дистракционного процесса, но, тем не менее, имеют и отличия:

- 1) для моносегментарного и парного удлинения *бедра* рекомендованной плановой величиной удлинения является 6,5–7 см [2];
- 2) для моносегментарного и парного удлинения *голень* оптимальная величина — 4,5–5 см;
- 3) для мультипарного удлинения общей рекомендованной величиной является дистракция в 11–12 см, где на долю *бедра* приходится 7 см, а на долю *голень* — 4–5 см [2, 5].

План удлинения включает в себя расписание всей программы удлинения до достижения планового результата дистракции, а также посуточный план с расчетом дистракционного шага и с учетом плановых остановок для мышечной адаптации к растяжению.

Для моносегментарного и парного удлинения *бедра* при составлении плана дистракции важно учитывать величину удлинения 4–4,5 см, после которой начинают заметно снижаться упругие свойства мышц и постепенно нарастает сопротивление в ответ на дистракцию.

Несмотря на то, что удлинение (работа привода) проводится практически в одинаковых условиях — мышцы находятся в относительном покое, тем не менее, сама специфика строения мышечной ткани предопределяет динамическое изменение упругих свойств. Это хорошо заметно с начала выполнения программы удлинения, когда работа аппарата до уровня дистракции 3–3,5 см не вызывает существенных затруднений, а затем усилия на привод для получения дистракционного шага постепенно начинают увеличиваться. Дело в том, что поперечнополосатая (скелетная) мышечная ткань построена из множества многоядерных волокноподобных клеток. Однако, кроме них, существует, так называемая, матрица, в которой распределены армирующие ее прочные нити, или волокна из эластина, который имеет очень малый модуль Юнга [3] (модуль упругости (англ. *Young modulus, modulus of elasticity*) — коэффициент, характеризующий сопротивление материала растяжению/сжатию и кривую при упругой деформации) деформирования такого типа, как показана на рис. 2 [8].

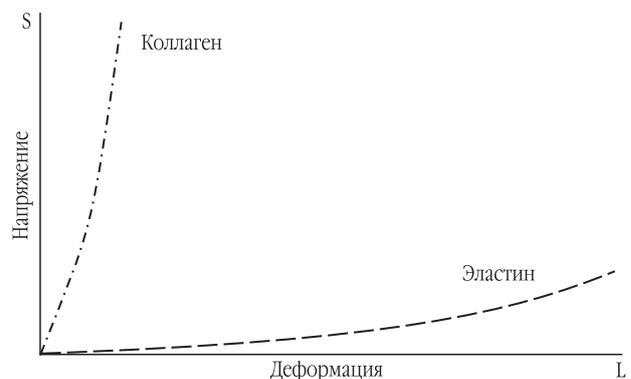


Рис. 2. Примерный вид кривых деформирования эластина и коллагена (J.E. Gordon, 1978)

Эластин, в свою очередь, армирован прочными зигзагообразными волокнами коллагена, с более высокими значениями модуля Юнга. Вследствие того, что армирующие волокна сильно перекручены, они вносят очень малый вклад в сопротивление материала растяжению при малых деформациях. То есть, при небольшом натяжении имеет место пассивное распрямление коллагеновой сетки и поведение мышечной ткани в этом случае весьма близко к поведению эластина. Однако, по мере того, как композитная ткань вытягивается, коллагеновые волокна постепенно становятся все туже натянутыми и, соответственно, начинают вносить свой вклад в сопротивление увеличивающемуся натяжению. Таким образом, значение модуля Юнга становится выше, вплоть до величин, которые являются критическими для прочностных характеристик материала.

Поэтому, для сравнительно небольших величин деформации/удлинения (до 3 см) использование модуля Юнга для мышц *голень* в нормальном физиологическом состоянии будет корректным. Тем более, что на практике, среднее линейное удлинение (деформация) составляет 1 мм в сутки, и, фактически, дистракция в 30 мм достигается в течение одного месяца. В дальнейшем величина модуля Юнга будет увеличиваться по причине потери эластичных свойств мышцы из-за более активного деформирования коллагеновой составляющей [3].

Эти величины важно учитывать как определенный индикатор для смены тактики дистракционного процесса. Также, для достижения этих величин рекомендовано планировать половину срока от общей продолжительности программы удлинения, которая для стандартной программы удлинения *бедр* составляет 90–100 дней, а для стандартной программы удлинения *голень* — 60–70 дней.

Таким образом, условно можно поделить каждую программу удлинения на **два этапа**. Алгоритм выполнения дистракции на каждом из этих этапов имеет свои отличия.

- *На первом* этапе скорость, то есть суточная норма дистракции составляет в среднем 1 мм. Первые 2 недели удлинения рекомендовано ограничиваться величиной 0,5–0,8 мм в сутки с последующим увеличением суточной нормы дистракции до уровня, необходимого для достижения плановых показателей.

- *На втором* этапе программы удлинения рекомендовано придерживаться суточной нормы удлинения, равной около 1 мм. Но особенностью указанного этапа является наличие пауз, остановок в удлинении для обеспечения более комфортного для пациента дистракционного процесса. Рекомендовано делать свободным от удлинения каждый 7-й день активной дистракции.

Мультипарное удлинение “пара за парой”

При мультипарном удлинении [5] рекомендована программа удлинения по принципу “пара за парой”, с реабилитационной паузой между каждым парным удлинением около 2 месяцев.

Первой для удлинения парой сегментов в этом случае лучше выбирать *бедр*. Замечено, что пациенты, у которых мультипарная программа начиналась с удлинения

бедер, легче входили в адаптационный процесс, связанный с растяжением сегментов конечностей. После отключения аппаратов первой пары (бедр) уже удлинённых сегментов, внутрикостные конструкции выполняют роль фиксирующего стабилизатора нагрузок для срастающихся костей. И здесь надо отметить благоприятные условия для восстановления мышечно-связочного аппарата, а именно: интактность мягких тканей с конструктивными элементами дистракционного аппарата, а также равномерность и зеркальность дистракционных нагрузок на парных сегментах.

В случае программы “пара за парой” экономия времени происходит за счет накладывания периода удлинения второй пары (голень) на период восстановления уже удлинённой первой пары (бедр).

Важно отметить, что удлинение второй пары сегментов является выраженным стимулирующим фактором для восстановления уже удлинённой первой пары. Регенерация костной ткани первой пары будет усилена на фоне мероприятий по имплантации аппаратов в сегменты второй пары и дистракционного процесса. Можно также говорить о взаимной стимуляции процессов регенерации и адаптации для сегментов первой и второй пары, находящихся на разных стадиях реабилитации.

Необходимо также отметить, что программа мультипарного удлинения “пара за парой” более благоприятна для суставов. Особенно надо выделить ситуацию с коленными суставами, когда нагрузки на суставной аппарат во многом определяются сочетанным противодействием как отдельных межсегментарных групп мышц, так и нагрузками, возникающими в соседних сегментах в ответ на дистракцию. Коленные суставы находятся в своеобразном “замке”. Поэтому разнесение по времени пиковых нагрузок на суставы — это важный элемент правильной реабилитации.

В случае программы “пара за парой” пиковые нагрузки на коленные суставы как раз разнесены по времени. Пока увеличиваются дистракционные нагрузки при удлинении второй пары сегментов, нагрузка на суставы, обусловленная уже удлинённой первой парой, с каждым днем снижается в результате адаптации. Иными словами кривая суставных нагрузок не имеет резких пиков и характеризуется плавными перепадами.

Важно также отметить, что метод удлинения внутрикостными приводными аппаратами позволяет пациенту и врачу-реабилитологу раньше начинать активные реабилитационные мероприятия, что позволяет суставам легче преодолеть стресс дистракционных нагрузок.

Необходимо отметить, что указанные выше программные показатели являются оптимальными для большинства пациентов, исходя из полученного клинического опыта, и могут быть рекомендованы как базовые при составлении стандартных программ удлинения. Однако, с учетом индивидуальных особенностей конкретного пациента должны вноситься адекватные коррективы при планировании и в ходе выполнения дистракционной программы.

Выводы

1. Начало distraction в первые 2 недели удлинения рекомендовано ограничиваться величиной 0,5–0,8 мм в сутки с последующим увеличением суточной нормы distraction до уровня, необходимого для достижения плановых показателей. На втором этапе программы удлинения (более 4 см) рекомендовано придерживаться суточной нормы удлинения, равной 1 мм, с обязательным наличием пауз (остановок) в удлинении для обеспечения более комфортного для пациента distractionного процесса.

2. Для моносегментарного и парного удлинения *бедра* рекомендованной плановой величиной является distraction в 6,5–7 см; для моносегментарного и парного удлинении *голень* оптимальной величиной является distraction в 4,5–5 см; для мультипарного удлинения, общей рекомендованной величиной удлинения является distraction в 11–12 см (*бедро* — 7 см, *голень* — 4–5 см).

3. Одним из приоритетов развития удлинения нижних конечностей приводными внутрикостными аппаратами является увеличение активности пациента в период distraction и восстановления на фоне уменьшения необходимого времени контакта с врачом (самостоятельное удлинение и восстановление), что значительно улучшает качество жизни пациента.

4. Мультипарное удлинение нижних конечностей внутрикостными приводными аппаратами на сегодняшний день является одним из наиболее действенных средств достижения величин удлинения свыше 12 см, с обеспечением сравнительно комфортной distraction и реабилитации, а также с возможностью сохранения гармоничных пропорций.

Литература

1. Дистракционный остеосинтез: сравнение внешнего и внутреннего остеосинтеза / В. Г. Климовицкий, В. В. Драган, Л. Е. Гончарова [и др.] // Вісн. ортопед., травматол. та протезув. — 2010. — № 3. — С. 59–61.
2. Драган В. В. Удлинение длинных костей нижних конечностей приводными внутрикостными аппаратами (экспериментально-клиническое исследование): дис. ... доктора мед. наук: 14.01.21 / Драган Владимир Владимирович. — Донецк, 2010. — 283 с.
3. Маслов Л. Б. Разработка реалистичных моделей упругих элементов опорно-двигательного аппарата человека / Л. Б. Маслов, Н. А. Сабанев // Вестн. ИГЭУ. — 2008. — Вып. 3. — С. 31–36.
4. Моргун В. А. Перекрестное и параллельное удлинение нижних конечностей при ахондроплазии и гипохондроплазии / В. А. Моргун, В. А. Федь // Тез. докл. X съезда травматологов-ортопедов Украины, 11–13 сентября 1991 г. — X. : Товариство ортопедів-травматологів України, 1991. — С. 181.
5. Мультипарное удлинение нижних конечностей приводными внутрикостными аппаратами / Климовицкий В. Г., Драган В. В., Гончарова Л. Е. [и др.] // Вісн. ортопед., травматол. та протезув. — 2009. — № 3. — С. 44–47.
6. Репаративная регенерация компактной кости в условиях distraction с образованием диастаза / Г. А. Илизаров, В. П. Штин, В. И. Ледяев // Тез. итоговой научной сессии институтов травматол. и ортопед. РСФСР совместно с пленумом правления Всерос. науч. мед. общества травматологов-ортопедов (Свердловск, 21–23 мая 1968 г.). — Л., 1968. — С. 115–117.
7. Стецула В. И. Основы управляемого чрескостного остеосинтеза / В. И. Стецула, В. В. Веклич. — М. : Медицина, 2003. — 220 с.
8. Pin site care during external fixation in children: results of a nihilistic approach / Gordon E., Kelly-Hahn J., Carpenter C. J., Schoenecker P. L. // J. Pediatr. Orthoped. — 2000. — Vol. 20. — P. 163–165.

УДК 616.72–002.77: 611–018.3:616–007.17

ГИСТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СУСТАВНОГО ХРЯЩА У БОЛЬНЫХ С КОКСАРТРОЗОМ ПРИ СПОНДИЛОЭПИФИЗАРНОЙ ДИСПЛАЗИИ

И. В. Гужевский¹, С. И. Герасименко¹, Н. В. Дедух²

¹ГУ “Институт травматологии и ортопедии АМН Украины”, г. Киев

²ГУ “Институт патологии позвоночника и суставов им. проф. М. И. Ситенко АМН Украины”, г. Харьков

HISTOLOGIC FEATURES OF THE ARTICULAR CARTILAGE IN PATIENTS WITH HIP OSTEOARTHRITIS IN SPONDYLOEPIPHYSIAL DYSPLASIA

I. V. Guzhevskiy, S. I. Gerasymenko, N. V. Dedukh

It is reported about results of morphological study of hip head cartilage using methods of polarized light microscopy in 45 adult patients with hip osteoarthritis developed at the background of spondyloepiphyseal dysplasia. In the investigated material changes were revealed which were evidence of damage to biosynthesis by chondrocytes of type-II collagen typical for the articular cartilage, namely: presence of fibroblastic