

Планирование и коррекция деформаций длинных костей на основе использования моделей трехмерной печати (предварительное сообщение)

В.А. Виленский¹, С.Ю. Усов⁴, Л.Н. Соломин^{2,3}

¹ФГБУ «Научно-исследовательский детский ортопедический институт им. Г.И. Турнера»

Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Санкт-Петербург

²ФГБУ "Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии имени П.Р. Вредена"

Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Санкт-Петербург

³Санкт-Петербургский Государственный Университет

⁴Ветеринарная клиника «Нежный зверь», г. Санкт-Петербург

Planning and correcting long bone deformities on the basis of using the models of 3D printing (A preliminary report)

V.A. Vilenskii¹, S.Iu. Usov⁴, L.N. Solomin^{2,3}

¹FSBI «The Turner Scientific Research Children's Orthopedic Institute» of the RF Ministry of Health, St. Petersburg

²FSBI "The Russian Vreden Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopaedics" of the RF Ministry of Health, St. Petersburg

³The St. Petersburg State University

⁴«Nezhnyi Zver» Veterinary Clinic, St. Petersburg

Цель. Апробировать планирование коррекции деформации длинных костей на основе модели трехмерной печати. **Материалы и методы.** Объектом исследования была посттравматическая деформация костей предплечья у собаки. Выполнена компьютерная томография деформированного и контралатерального ("здорового") сегментов с созданием зеркальной копии неповрежденного предплечья, т.е. был создан образ идеальной коррекции. Трехмерные модели были распечатаны на 3D принтере. После этого было выполнено планирование и моделирование коррекции деформации. Коррекция деформации была реализована с использованием аппарата Орто-СУВ, а результаты сравнены с планируемыми. **Результаты.** В соответствии с принципами коррекции деформаций обеих костей предплечья протокол моделирования коррекции был разделен на два этапа. Первый этап включал чрескостный остеосинтез аппаратом Орто-СУВ, остеотомию лучевой кости на вершине деформации с последующей ее изолированной коррекцией для восстановления взаимоотношений в дистальном радио-ульнарном сочленении. Вторым этапом выполнены проведение дополнительных чрескостных элементов в локтевую кость, ее остеотомия с последующим удлинением обеих костей предплечья на величину 25 мм. Воспроизведение данного метода на собаке привело к оптимальной коррекции деформации, которая соответствовала запланированной. **Заключение.** Воспроизведение коррекции деформации на 3D модели по образцу "здорового" сегмента и реализация коррекции при помощи основанного на компьютерной навигации ортопедического гексапода обеспечило хороший результат, что является основой для более широкого внедрения метода.

Ключевые слова: коррекция деформаций, предоперационное планирование, трехмерные модели, референтные линии и углы (РЛУ), чрескостный остеосинтез, компьютерная навигация, аппарат "Орто-СУВ".

Purpose. To evaluate the planning of long bone deformity on the basis of the model of 3D printing. **Materials and Methods.** A dog with posttraumatic deformity of forearm bones served as the object of the study. Computed tomography of the deformed and contralateral ("healthy") segments performed with creating the mirror copy of the intact forearm, thereby making the image of ideal correction. The three-dimensional models printed to a 3D. Thereafter the planning and modeling the deformity correction performed. The deformity correction implemented using Ortho-SUV, and the results compared with the planned ones. **Results.** The protocol of correction modeling divided into two stages according to the principles of correcting deformities of both forearm bones. The first stage included performing transosseous osteosynthesis with Ortho-SUV Frame, radius osteotomy at the apex of the deformity with its further isolated correction in order to restore the relations in the distal radioulnar articulation. At the second stage additional transosseous elements inserted into radius, its osteotomy performed with subsequent 25-mm lengthening of both forearm bones. Rendering this method to a dog led to optimal deformity correction which conformed to the planned one. **Conclusion.** The rendering deformity correction in the 3D model according to "healthy" segment image and the correction implementation using the orthopedic hexapod based on computer navigation provided a good result being the basis for wider introduction of the method.

Keywords: deformity correction, preoperative planning, 3D models, reference lines and angles (RLA), transosseous osteosynthesis, computer navigation, Ortho-SUV Frame.

ВВЕДЕНИЕ

При планировании коррекции деформаций длинных костей используют т.н. референтные линии и углы – РЛУ [3, 4, 10]. Во всем мире принят достаточно стандартный алгоритм использования РЛУ при работе с рентгенограммами, выполненными в прямой и боковой проекциях [12, 14, 15]. Определение деформации на основе анатомических осей не гарантирует восстановления механических углов. Поэтому большинство авторов отдают предпочтение определению вершины деформации с использованием механических осей проксимального и дистального фрагментов [12, 15]. Однако в случае деформации суставного конца или/и наличия торсионного компонента точное определение механических осей невозможно. Кроме этого, даже при наличии возможности идентификации механических осей, уровни вершин деформаций на прямой и боковой рентгенограммах часто

не совпадают. При определении истинной плоскости деформации (oblique plan deformity correction – OPDC) [5, 12, 14, 15] для определения истинной вершины деформации необходимо сделать дополнительную рентгенограмму в найденной плоскости, что на практике достаточно сложно. Однако наличие торсионного компонента (в меньшей степени – трансляции) делает выполнение OPDC невозможным.

Компьютерная томография позволяет построить трехмерную модель кости, оценить величину торсионного компонента деформации. Однако определение РЛУ и планирование коррекции деформаций с использованием этой техники невозможно.

Имеется информация о возможности дистанционного планирования коррекции деформации при помощи специальных инженерных программ [17]. Однако

данный метод не позволяет планировать коррекцию деформации при укорочении сегмента, изготавливаемые шаблоны предназначены только для ограниченного вида пластин и локализаций. Нами в литературе найдена единичная публикация о возможности планирования коррекции деформации длинной кости на основе модели, полученной путем трехмерной печати данных компьютерной томографии [11]. При этом доктором

выполнялась остеотомия модели поврежденной кости, одномоментная коррекция деформации, фиксация пластиной. Этот метод нам представляется весьма перспективным, что и послужило отправной точкой настоящей работы.

Целью данной работы было апробировать эффективность планирования коррекции деформации длинных костей на основе модели трехмерной печати.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования послужила собака с посттравматической деформацией и укорочением левого предплечья (рис. 1). Для достижения цели был выполнен следующий алгоритм действий:

1. Компьютерная томография деформированного сегмента конечности.

2. Компьютерная томография контралатерального (“здорового”) сегмента конечности с последующим созданием ее зеркальной копии.

3. Печать трехмерных моделей.

В результате первых трех шагов мы получили “твердые копии” деформированных костей левого предплечья и образ костей левого предплечья после коррекции деформации.

4. Планирование и моделирование коррекции деформации.

5. Выполнение коррекции деформации на основе подготовленного и обоснованного плана.

6. Сравнение результатов коррекции с планируемым результатом.

Для компьютерной томографии использовался ап-

парат КТ-00-0000 РЭ фирмы PHILIPS-ЭЛЕКТРОН. Толщина среза 0,75 мм, с наложением. Для печати трехмерных моделей использовался принтер Zprinter 650 с точностью 0,0875 мм в масштабе 1:1. Для чрескостного остеосинтеза использовали аппарат с компьютерной навигацией Орто-СУВ [2, 13, 15], который позволяет выполнить одноэтапную коррекцию деформации в трех плоскостях и шести степенях свободы. Выбор уровней остеотомии осуществляли на основе мануального изучения компонентов деформации и определения виртуальных осей. Пластиковую модель фиксировали аппаратом Орто-СУВ, выполняли остеотомию и на основе компьютерной программы Орто-СУВ планировали и выполняли коррекцию до достижения совпадения с “образом после коррекции” (зеркальная пластиковая копия контралатерального предплечья). Для реальной коррекции использовали аппарат, аналогичный использованному на модели. По завершении коррекции выполняли рентгенограммы и сравнивали их с планируемым результатом.

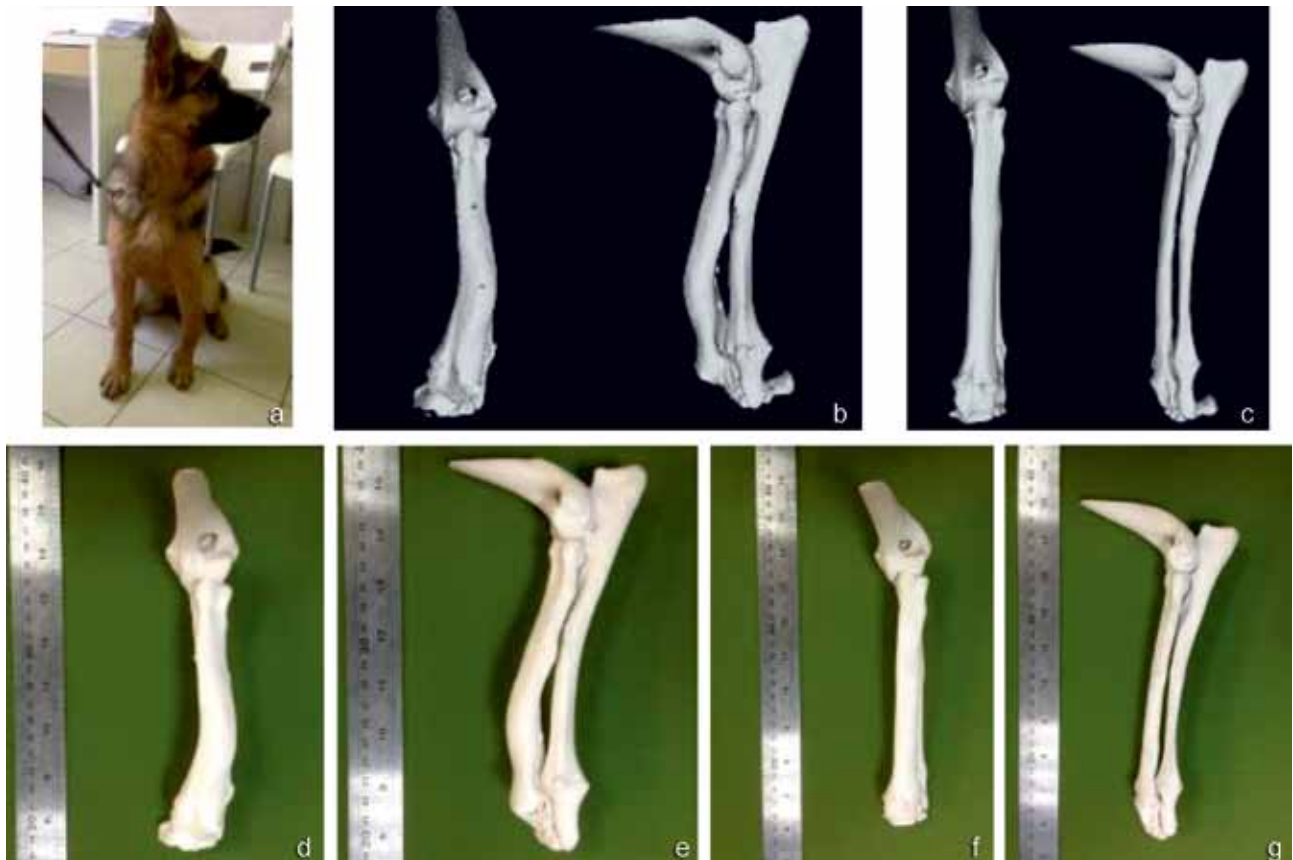


Рис. 1. Предоперационные данные: а – фотография собаки с деформацией левого предплечья; б – данные КТ: 3D реконструкция зеркального отражения здорового сегмента; д – «твердая» копия деформированного сегмента, полученная при помощи 3D-печати, вид спереди; е – «твердая» копия зеркального отражения здорового сегмента, полученная при помощи 3D-печати, вид спереди; ф – «твердая» копия деформированного сегмента, вид сбоку; г – «твердая» копия зеркального отражения здорового сегмента, вид сбоку

РЕЗУЛЬТАТЫ

Компьютерные томограммы предплечий и трехмерные модели представлены на рисунке 1. При анализе моделей было установлено, что деформация является четырехкомпонентной трехплоскостной (состоит из следующих компонентов: угловая деформация лучевой кости в двух плоскостях – в сагиттальной плоскости 25° и 35° во фронтальной; угловая деформация локтевой кости в сагиттальной плоскости 12°; укорочение 35 мм, ротация 15°). На этой основе определены уровни остеотомий каждой из костей: лучевой – на 58 мм проксимальнее линии дистального сустава лучевой кости; оптимальная линия остеотомии локтевой кости 66 мм проксимальнее линии дистального сустава локтевой кости. В соответствии с принципами коррекции деформаций костей предплечья [1, 6, 7, 8] процедура моделирования коррекции была разбита на два этапа. Первый этап – чрескостный остеосинтез аппаратом Орто-СУВ, остеотомия лучевой кости с последующей ее изолированной коррекцией для восстановления соотношений в дистальном радио-ульнарном сочленении (рис. 2). Второй этап включал проведение дополнительных чрескостных элементов в локтевую кость, ее остеотомию с последующим удлинением обеих костей предплечья на величину 25 мм (рис. 3). В результате коррекции ориентация суставов костей предплечья полностью соответствовало достигаемому образу.

10.05.2014 под интубационным наркозом выполне-

на операция наложения аппарата Орто-СУВ и остеотомии лучевой кости (рис. 4). На рис. 4, d представлено окно программы Орто-СУВ, где желтый контур – исходное положение дистального фрагмента лучевой кости, красный контур – расчетное положение фрагмента после коррекции. Коррекция начата на 5-е сутки в темпе 1 мм/сутки. Период коррекции – 10 дней. Результаты первого этапа коррекции представлены на рисунке 4, e.

Вторым этапом, на 11 сутки после завершения первого этапа, выполнены проведение чрескостных элементов, стабилизирующих локтевую кость в мобильной опоре, и остеотомия локтевой кости на заданном уровне (рис. 5, a). После этого был выполнен расчет коррекции в программе Орто-СУВ (рис. 5, b). Коррекция начата на 5-е сутки в темпе 1 мм/сутки. Время коррекции составило 25 дней. Результат представлен на рисунке 5, c. Аппарат внешней фиксации демонтирован на 44 день после завершения второго этапа коррекции (рис. 5, d). Т.о. индекс внешней фиксации составил 2,26 дн./мм. Сравнение трехмерной модели костей левого предплечья после коррекции деформации с запланированным образом показало, что коррекция полностью соответствовала запланированной предоперационно. Осложнением коррекции явилось формирование межкостных синостозов, что мы связываем с особенностями distractionного остеогенеза у собак.

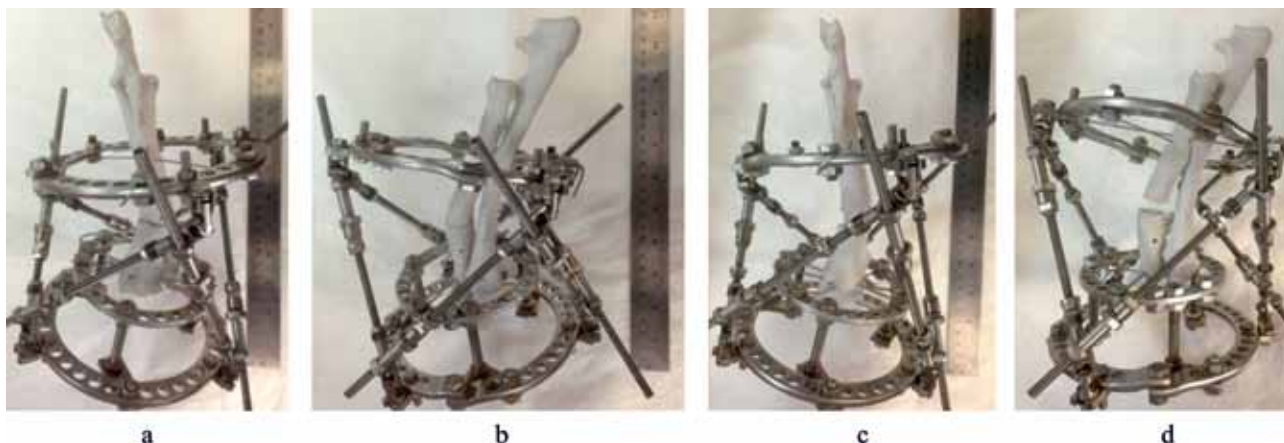


Рис. 2. Первый этап коррекции деформации модели (наложен аппарат Орто-СУВ и выполнена остеотомия лучевой кости): а – до коррекции деформации (вид спереди); б – до коррекции деформации (вид сбоку); с – после коррекции деформации (вид спереди); д – после коррекции деформации (вид сбоку)

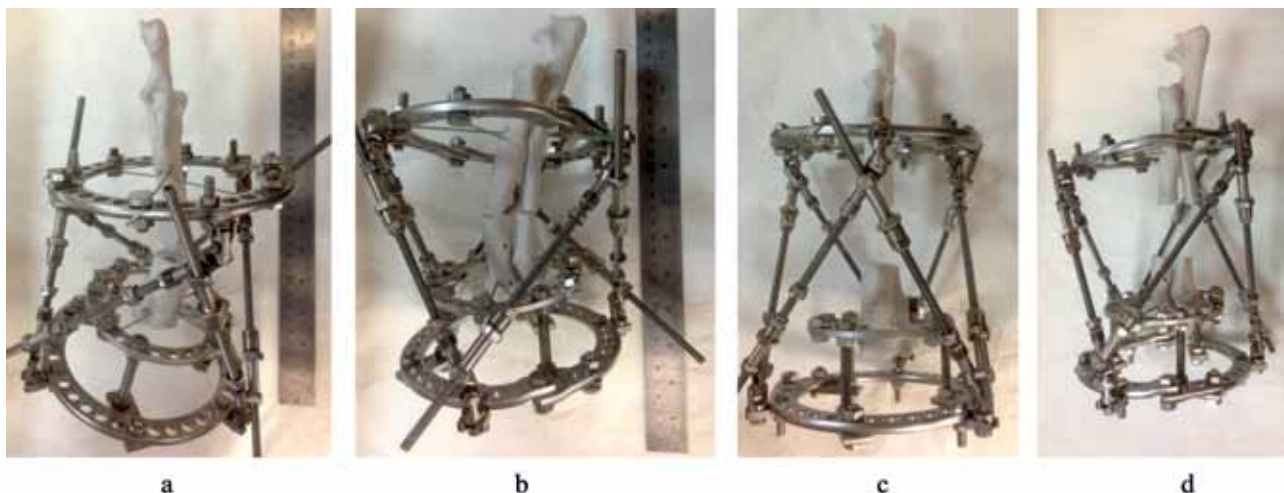


Рис. 3. Второй этап коррекции деформации модели (выполнена остеотомия локтевой кости): а – до коррекции деформации (вид спереди); б – до коррекции деформации (вид сбоку); с – после коррекции деформации (вид спереди); д – после коррекции деформации (вид сбоку)

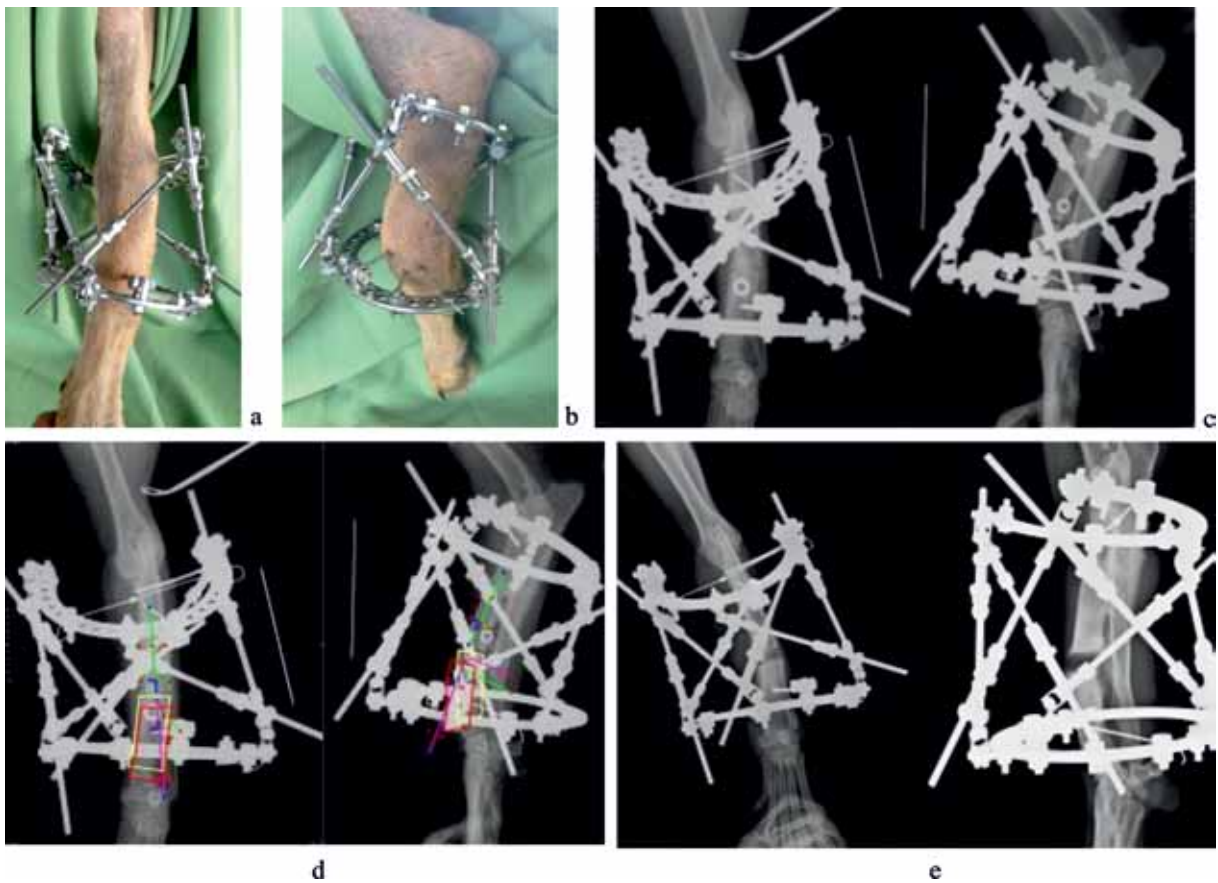


Рис. 4. Первый этап коррекции деформации (выполнена остеотомия лучевой кости, наложен аппарат Орто-СУВ): а – лапа собаки в аппарате Орто-СУВ (вид спереди); б – лапа собаки в аппарате Орто-СУВ (вид сбоку); с - рентгенограммы после операции; д – расчет коррекции деформации в окне программы Орто-СУВ (желтый контур – начальное положение костного фрагмента, красный контур – конечное положение); е – рентгенограммы после окончания первого этапа коррекции (устранена деформация лучевой кости, восстановлены правильные взаимоотношения в дистальном радио-ульнарном сочленении)

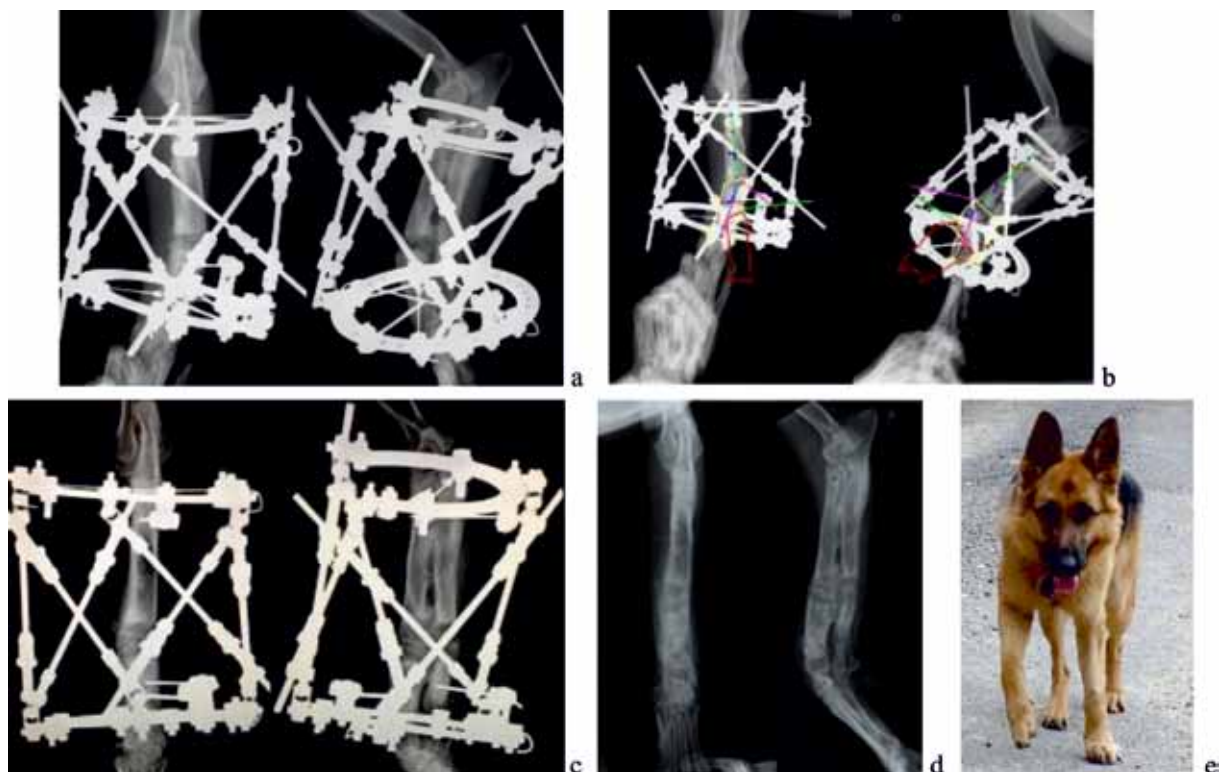


Рис. 5. Второй этап коррекции деформации (выполнена остеотомия локтевой кости, проведены дополнительные чрескостные элементы): а – рентгенограммы после операции; б – расчет коррекции деформации в окне программы Орто-СУВ (желтый контур – начальное положение костного фрагмента, красный контур – конечное положение); с – рентгенограммы после окончания второго этапа; д – рентгенограммы после демонтажа аппарата; е – внешний вид собаки после окончания лечения

ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящее время в челюстно-лицевой хирургии и в вертебрологии при лечении новообразований активно используются технологии трехмерного моделирования и трехмерной печати, т.н. CAD (computer-aided design) и CAM (computer-aided manufacturing) [9, 16]. По данным КТ и полимерным 3D-моделям выполняют планирование объема резекции опухоли, изготовление индивидуальных металлоконструкций (пластин, кейджей, металлических сеток) с целью дальнейшего, идеально точного восстановления анатомии сегмента при пластике пострезекционного дефекта ауто- или аллокостью, биокомпозитными материалами.

Единичные публикации о применении данных технологий в ортопедии свидетельствуют о ряде ограничений, связанных с их применением на практике. Так, планирование коррекции деформации по 3D-модели, полученной путем распечатки данных КТ на 3D принтере, с ее остеотомией и фиксацией пластиной [11] ограничено тем, что большинство деформаций сопровождаются укорочением, т.е. имеются ограничения к одномоментной коррекции и внутренней фиксации. Кроме этого, неиспользование образа неповрежденного сегмента не позволяет считать данное моделирование коррекции «совершенным».

На настоящее время в практику входит метод виртуального планирования коррекций деформаций по виртуальной 3D-модели, в результате которого изго-

тавливают стерео-литографический шаблон-направитель для выполнения остеотомии и фиксации пластины [17]. Метод выглядит весьма прогрессивными и призван облегчать труд хирурга. Однако практика предполагает значительное повышение трудозатрат. Ортопед должен отослать результаты КТ-исследования электронной почтой в офис соответствующей компании. Здесь они обрабатываются инженером с последующим созданием индивидуального шаблона-направителя. Последний отправляется доктору почтой. Однако установка направителя на кости в «правильном» месте выглядит весьма непростым занятием, т.к. не существует маркеров должного положения направителя. Кроме этого, как указывалось, указанные шаблоны предназначены только для определенных видов пластин и, соответственно, локализаций.

Предлагаемый нами метод планирования коррекции деформаций исключает ограничения описанных современных вариантов планирования. Так, чрескостный аппарат Орто-СУВ, работающий на основе компьютерной навигации, дает все необходимые опции для коррекции любого вида деформации на модели и позволяет воспроизвести его непосредственно на деформированной конечности. «Твердая» модель зеркальной копии здорового сегмента позволяет дать «образ» для сравнительной оценки с модели с выполненной коррекцией деформации со «здоровой» моделью.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сочетание методик CAD/CAM и чрескостного аппарата Орто-СУВ, работающего на основе компьютерной навигации, позволило оптимизировать планирование коррекции сложной многоплоскостной деформации, сопровождающейся укорочением и торсионной деформацией сегмента. Точное воспроизведение планируемой

коррекции деформации в клинике при помощи аппарата Орто-СУВ явилось, по нашему мнению, основой хорошего результата коррекции деформации. Мы полагаем, что данное исследование является предпосылкой для более широкого использования указанных способов при коррекции деформаций длинных костей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Удлинение предплечья по Илизарову : метод. рекомендации / КНИИЭКОТ ; сост. : Г. А. Илизаров, В. И. Калякина. Курган : [б. и.], 1983. 27 с.
2. Использование чрескостного аппарата на основе компьютерной навигации при лечении пациентов с переломами и деформациями длинных трубчатых костей : мед. технология / сост.: Л.Н. Соломин, А.И. Утехин, В.А. Виленский, П.Н. Кулеш, К.Л. Корчагин, А.Н. Иванов. СПб, 2010. 48 с.
3. Маркс В.О. Ортопедическая диагностика : рук. для врачей. Минск : Наука и техника, 1978. 512 с.
4. Определение референтных линий и углов длинных трубчатых костей : пособие для врачей / РНИИТО им. Р.Р.Вредена ; сост.: Л.Н. Соломин, Е.А. Щепкина, П.Н. Кулеш, К.Л. Корчагин, А.А. Лоздовский, П.В. Скоморошко. СПб, 2010. 48 с.
5. Соломин Л.Н. Основы чрескостного остеосинтеза аппаратом Г.А. Илизарова : монография. СПб. : МОРСАР АВ, 2005. 544 с.
6. Сысенко Ю.М. Чрескостный остеосинтез по Илизарову при лечении больных с закрытыми диафизарными оскольчатыми переломами длинных трубчатых костей верхних конечностей : автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Курган, 2000. 47 с.
7. Швед С.И., Шевцов В.И., Сысенко Ю.М. Лечение больных с переломами костей предплечья методом чрескостного остеосинтеза. Курган : Курган. гор. тип., 1997. 292 с.
8. Шевцов В.И., Макушин В.Д., Куфтырев Л.М. Псевдоартрозы, дефекты длинных костей верхней конечности и контрактуры локтевого сустава (базовые технологии лечения аппаратом Илизарова). Курган : Зауралье, 2001. 406 с.
9. Abduo J. Fit of CAD/CAM implant frameworks: a comprehensive review // J. Oral Implantol. 2014. Vol. 40, No 6. P. 758-766.
10. Normal axial alignment of lower extremity and load-bearing distribution at the knee / R.W. Hsu, S. Himeno, M.B. Coventry, E.Y. Chao // Clin. Orthop. Relat. Res. 1990. No 255. P. 215-227.
11. Osteotomies for posttraumatic deformities / eds. R.K. Marti, R.J. Van Heerwaarden. 1st Edition. New York: Thieme, 2008. 708 p.
12. Deformity planning for frontal and sagittal plane corrective osteotomies / D. Paley, J.E. Herzenberg, K. Tetsworth, J. McKie, A. Bhavne // Orthop. Clin. North Am. 1994. Vol. 25, No 3. P. 425-465.
13. Paley D. History and Science Behind the Six-Axis Correction External Fixation Devices in Orthopaedic Surgery // Oper. Tech. Orthop. 2011. Vol. 21. P. 125-128.
14. Paley D. Principles of deformity correction. Exercise Workbook. New York: Springer-Verlag, 2002. XXV. In 2 volumes. 806 p.
15. Solomin L.N. The basic principles of external skeletal fixation using the Ilizarov and other devices. 2nd Edition. Milan; Heidelberg; New-York: Springer-Verlage, 2012. 1593 p.
16. Tahiri Y., Taylor J.A. In support of using computer-aided design and modeling for periorbital osteotomies // J. Craniofac. Surg. 2015. Vol. 26, No 1. P. 100-103.
17. Victor J., Premanathan A. Virtual 3D planning and patient specific surgical guides for osteotomies around the knee: a feasibility and proof-of-concept study // Bone Joint J. 2013. Vol. 95-B, 11 Suppl. A. P. 153-158.

REFERENCES

1. Udlinenie predplech'ia po Ilizarovu : metod. rekomendatsii [Forearm lengthening according to Ilizarov: a technical manual] / KNIIEKOT ; comp.: G. A. Ilizarov, V. I. Kaliakina. Kurgan, 1983. 27 s.
2. Ispol'zovanie chreskostnogo apparata na osnove komp'uternoi navigatsii pri lechenii patsientov s perelomami i deformatsiyami dlinnykh trubchatykh kostei: med. tekhnologiya [The use of transosseous fixator based on computer navigation in treatment of patients with fractures and deformities of long tubular bones: medical technologies] / comp.: L.N. Solomin, A.I. Utekhin, V.A. Vilenskii, P.N. Kulesh, K.L. Korchagin, A.N. Ivanov. SPb, 2010. 48 s.
3. Marks V.O. Ortopedicheskaia diagnostika : ruk. dlia vrachei [Orthopedic diagnosis: a guide for physicians]. Minsk : Nauka i tekhnika, 1978. 512 s.
4. Opredelenie referentnykh liniy i uglov dlinnykh trubchatykh kostei : posobie dlia vrachei [Determination of the reference lines and angles of long tubular bones: a manual for physicians] / RNIITO im. R.R.Vredena ; comp.: L.N. Solomin, E.A. Shchepkina, P.N. Kulesh, K.L. Korchagin, A.A. Lozdovskii, P.V. Skomoroshko. SPb, 2010. 48 s.
5. Solomin L.N. Osnovy chreskostnogo osteosinteza apparatom G.A. Ilizarova : monografiia [The fundamentals of transosseous osteosynthesis with the Ilizarov fixator: a monograph]. SPb. : MORSAR AV, 2005. 544 s.
6. Sysenko Iu.M. Chreskostnyi osteosintez po Ilizarovu pri lechenii bol'nykh s zakrytymi diafizarnymi oskol'chatymi perelomami dlinnykh trubchatykh kostei verkhnikh konechnostei [Transosseous osteosynthesis according to Ilizarov in treatment of patients with comminuted shaft fractures of the upper limb long tubular bones] [avtoref. dis...d-ra med. nauk]. Kurgan, 2000. 47 s.
7. Shved S.I., Shevtsov V.I., Sysenko Iu.M. Lechenie bol'nykh s perelomami kostei predplech'ia metodom chreskostnogo osteosinteza [Treatment of patients with forearm bone fractures by transosseous osteosynthesis method]. Kurgan : Kurgan. gor. tip., 1997. 292 s.
8. Shevtsov V.I., Makushin V.D., Kufyrev L.M. Psevdoartrozy, defekty dlinnykh kostei verkhnei konechnosti i kontraktury loktevoogo sustava (bazovye tekhnologii lecheniia apparatom Ilizarova) [Pseudoarthroses, defects of the upper limb long bones and the elbow contractures (Basic technologies of treatment using the Ilizarov fixator)]. Kurgan : Zaural'e, 2001. 406 s.
9. Abduo J. Fit of CAD/CAM implant frameworks: a comprehensive review // J. Oral Implantol. 2014. Vol. 40, No 6. P. 758-766.
10. Normal axial alignment of lower extremity and load-bearing distribution at the knee / R.W. Hsu, S. Himeno, M.B. Coventry, E.Y. Chao // Clin. Orthop. Relat. Res. 1990. No 255. P. 215-227.
11. Osteotomies for posttraumatic deformities / eds. R.K. Marti, R.J. Van Heerwaarden. 1st Edition. New York: Thieme, 2008. 708 p.
12. Deformity planning for frontal and sagittal plane corrective osteotomies / D. Paley, J.E. Herzenberg, K. Tetsworth, J. McKie, A. Bhavne // Orthop. Clin. North Am. 1994. Vol. 25, No 3. P. 425-465.
13. Paley D. History and Science Behind the Six-Axis Correction External Fixation Devices in Orthopaedic Surgery // Oper. Tech. Orthop. 2011. Vol. 21. P. 125-128.
14. Paley D. Principles of deformity correction. Exercise Workbook. New York: Springer-Verlag, 2002. XXV. In 2 volumes. 806 p.
15. Solomin L.N. The basic principles of external skeletal fixation using the Ilizarov and other devices. 2nd Edition. Milan; Heidelberg; New-York: Springer-Verlage, 2012. 1593 p.
16. Tahiri Y., Taylor J.A. In support of using computer-aided design and modeling for periorbital osteotomies // J. Craniofac. Surg. 2015. Vol. 26, No 1. P. 100-103.
17. Victor J., Premanathan A. Virtual 3D planning and patient specific surgical guides for osteotomies around the knee: a feasibility and proof-of-concept study // Bone Joint J. 2013. Vol. 95-B, 11 Suppl. A. P. 153-158.

Рукопись поступила 12.01.2015.

Сведения об авторах:

1. Виленский Виктор Александрович – ФГБУ «Научно-исследовательский детский ортопедический институт им. Г.И. Турнера» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, научный сотрудник отделения костной патологии, к. м. н.; e-mail: vavilensky@mail.ru.
2. Соломин Леонид Николаевич – ФГБУ «РНИИТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, ведущий научный сотрудник, профессор кафедры общей хирургии СПбГУ, д. м. н., профессор; e-mail: почта: solomin.leonid@gmail.com.
3. Усов Станислав Юрьевич – Клиника «Нежный зверь», г. Санкт-Петербург, ветеринарный врач; e-mail: stasusov@mail.ru.

Information about the authors:

1. Vilenskii Viktor Aleksandrovich – FSBI «The Turner Scientific Research Children's Orthopedic Institute» of the RF Ministry of Health, St. Petersburg, Department of Bone Pathology, a researcher, Candidate of Medical Sciences; e-mail: vavilensky@mail.ru.
2. Solomin Leonid Nikolaevich – FSBI "The Russian Vreden Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopaedics" of the RF Ministry of Health, St. Petersburg, a leading researcher, the Department of General Surgery of the St. Petersburg State University, a professor, Doctor of Medical Sciences, Professor; e-mail: почта: solomin.leonid@gmail.com.
3. Usov Stanislav Iur'evich – "Nezhnyi Zver'" Veterinary Clinic, St. Petersburg, a veterinarian; e-mail: stasusov@mail.ru.