مجله دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، اردیبهشت ۱۳۹٦، دوره ۷۵، شماره ۲، صفحه‌های ۱۲۰ تا ۱۲۵

بررسی عملکرد فیکساتور هیبریدی نرم‌افزاری Ortho-SUV™ بر روی بدشکلی سه جهته استخوان فمور

محمدرضا عفت‌پرور[1]
نیما جمشیدی[1*]
علی‌رضا اصغری اردبیلی[2]

۱- گروه مهندسی پزشکی، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.
۲- گروه مهندسی ساخت و تولید، دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

[*] نویسنده مسئول: اصفهان، خیابان هزار جریب، دانشگاه اصفهان، دانشکده فنی و مهندسی، گروه مهندسی پزشکی.
تلفن: ۳۷۹۳۵٦۱۳ -۰۳۱
E-mail: nima.jamshidi@gmail.com

چکیده

دریافت: ۱۳۹۵/۱۰/۱۹ ویرایش: ۱۳۹٦/۰۲/۲۳ پذیرش: ۱۳۹٦/۰۲/۳۰ آنلاین: ۱۳۹٦/۰۲/۳۱

زمینه و هدف: فیکساتورهای هیبریدی قابلیت حرکت در صفحات آناتومیکی به‌صورت یک‌جا را داشته و زمان اصلاح دفورمیتی‌های پیچیده را کاهش می‌دهند. هدف از انجام این مطالعه بررسی چگونگی عملکرد فیکساتور هیبریدی و تاثیر آن بر روی کاهش زمان درمان است.

روش بررسی: استخوان فمور در این مطالعه پژوهشی دارای دفورمیتی در سه صفحه ساژیتال، فرونتال و ترانسورس بود. پس از نصب فیکساتور Ortho-SUV Frame (OSF) در بیمارستان طالقانی عملیات نرم‌افزاری در بهمن ماه سال ۱۳۹٤ در دانشگاه اصفهان مورد انجام قرار گرفت.

یافته‌ها: با توجه به نوع بدشکلی اصلاح باید در سه جهت اعمال شود. از لحاظ اندازه‌گذاری در رابطه با این استخوان، ۳۳ mm جابه‌جایی در صفحه فرونتال، ۱۲ mm جابه‌جایی عمودی و ٤۸ mm جابه‌جایی در صفحه ساژیتال وجود دارد. اگر تمامی این بدشکلی ها با اکسترنال فیکساتور الیزاروف اصلاح شود نیاز به اعمال تغییرات یک میلی‌متر در هر روز می‌باشد. از این‌رو برای این اصلاح این بیمار نیاز به ۹۳ روز اعمال تغییرات و سه مرحله تغییر شکل اتصالات حلقه‌ها می‌باشد این در حالی است که با استفاده از اکسترنال فیکساتور هیبریدی این جابه‌جایی‌ها در نیمی از این زمان قابل انجام بوده و تمامی تغییرات در سیستم نصب شده‌ی اولیه قابل انجام است.

نتیجه‌گیری: با توجه به اینکه کاهش زمان درمان یکی از اصلی‌ترین اهداف می‌باشد، سیستم‌های اکسترنال فیکساتور هیبریدی می‌توانند گزینه‌های مناسبی در زمان وجود بدشکلی‌های پیچیده بوده و جایگزین بسیاری از فیکساتورهای معمولی شوند. افزون بر این استفاده از نرم‌افزارهای به روز شده باعث افزایش دقت جابه‌جایی‌ها خواهد شد.

کلمات کلیدی: دفورمیتی، اکسترنال فیکساتور، فمور، دفورمیتی پا.

مقدمه

استفاده از سیستم‌های هیبریدی شش محوره برای اولین بار توسط استوارت (Stewart) که پلاتفورمی را جهت وارد کردن نیروی‌های چند محوری برای آزمایش میزان تحمل لاستیک خودروها ساخته بود نسبت می‌دهند.[1] سپس با اضافه شدن جک‌های هیدرولیکی استفاده از این پلاتفورم‌ها را در شبیه‌سازی‌های پرواز، سیستم اتصال سفینه به ایستگاه فضایی و بیومکانیک می‌توان مشاهده کرد. ادغام این سیستم‌ها با فیکساتورها به سال ۱۹۸۵ بر می‌گردد که برای اولین بار تیلور قالب اختصاص یافته به خود را با عنوان Taylor special frame (TSF) طراحی نمود. این سیستم‌ها نرم‌افزار اختصاصی خود را داشته و طرح‌ریزی نحوه اصلاح بر روی استخوان توسط این نرم‌افزار صورت می‌گیرد. پس از گذشت زمان و تغییرات کلی که بر روی این نوع پلاتفورم‌ها اعمال شده است جدیدترین پلاتفورم با

[Downloaded from tumj.tums.ac.ir on 2024-09-27]

عنوان Solomin-Utkhin- Valenski (SUV) معروف شده است.[۱] با توجه به اینکه چهارچوب اصلی این پلاتفورم اکسترنال فیکساتور الیزاروف می‌باشد به‌همین دلیل Ortho-SUV Frame (OSF) بیشتر با خود الیزاروف مقایسه می‌شود از جمله بررسی میزان دقت و سرعت عمل اصلاح بدشکلی استخوان فمور که Ortho-SUV Frame (OSF) دارای سرعت عمل و دقت بیشتری نسبت به الیزاروف می‌باشد.[۲] افزون بر این میزان استقامت و استحکام OSF نسبت به الیزاروف بررسی شده که نتیجه آن استحکام بیشتر OSF نسبت به الیزاروف بود.[۳]

در غیر این شرایط نیز مقایساتی با سیستم‌های هیبریدی دیگر صورت گرفته که در این پژوهش‌ها نیز OSF به‌عنوان پلاتفورمی که دارای بیشترین دقت در کمترین زمان و بیشترین مقاومت در اصلاح می‌باشد مطرح شده است.[۴و۵] در رابطه با بررسی سخت‌افزاری نحوه نصب در روش‌های مختلف بر روی دفورمیتی‌های پا نیز پیشتر بررسی و پنج مدل برای فورفوت، چهار مدل برای هایندفوت و سه مورد برای دفورمیتی ترکیبی مطرح شده است.[۶]

با توجه به گسترش روزافزون این سیستم‌ها و همراه شدن عملیات ریاضی و نرم‌افزاری با روش‌های جراحی نیاز به یادگیری و بهبود توانایی‌های نرم‌افزاری نیز افزایش می‌یابد. هدف از انجام این مطالعه بررسی چگونگی عملیات نرم‌افزاری این سیستم و همچنین به‌دست آوردن میزان زمان لازم برای اصلاح بدشکلی مورد بررسی و مقایسه آن با اصلاح در شرایط استفاده از راد معمولی بود.

روش بررسی

این سیستم در بهمن ماه سال ۹۴ در شهر تهران در بیمارستان طالقانی بر روی استخوان فمور یک بیمار که دچار نانیونیون در محل شکستگی و پس از آن جابه‌جایی در صفحه ساژیتال و فرونتال و مقداری چرخش نیز شده بود کارگزاری و مطالعه پژوهشی آن در دانشگاه اصفهان انجام یافت. در مقاله پیش رو مورد اصلاح شده با استفاده از اکسترنال فیکساتور هیبریدی Solomin- Utekhin- (SUV) Vilensky از لحاظ نرم‌افزاری مورد بررسی قرار گرفته است. سیستم مورد استفاده ساخت کشور روسیه بود. تصویر رادیوگرافی رخ و نیم رخ از فمور بیمار پس از نصب OSF و پیش از شروع عملیات نرم‌افزاری در شکل ۱ و ۲ نشان داده شد. در رابطه با بیماران دارای دفورمیتی استخوانی ابتدا فیکساتور خارجی بر اساس قواعد الیزاروف نصب شده و سپس در محل اصلی اصلاح جک‌های OSF نصب می‌شود. در مرحله پس از نصب فیکساتور در قدم اول از نرم‌افزار طول هر یک جک‌ها و فاصله بین راس‌های هر کدام ثبت شد.

نحوه اندازه‌گیری به گونه‌ای است که راس جک شماره یک تا سه: C1، سه تا پنج: B1 و پنج تا یک: A1 می‌باشد. این ترتیب در رابطه با حلقه دیستال به‌ترتیب C2، B2 و A2 بود. طول هر جک نیز از محل اتصال به جک بعدی تا یک برآمدگی که با فلش نشان داده شده است اندازه گرفته شد.

سپس تصاویر رادیوگرافی رخ و نیم رخ وارد نرم‌افزار شده و اندازه واقعی عرض تصویر ثبت شد. پس از وارد کردن تصاویر، در مرحله بعد نرم‌افزار نشانگرهایی را در رنگ‌های مختلف در اختیار می‌گذارد تا بر روی هر یک از جک‌ها و محل مفصل هر کدام قرار داده شود و نرم‌افزار محل دقیق آن‌ها را تشخیص دهد.

Focal distance نشان‌گر میزان فاصله پرتوافکن تا کاست و Beam center نیز محل دقیق مرکز پرتو می‌باشد.

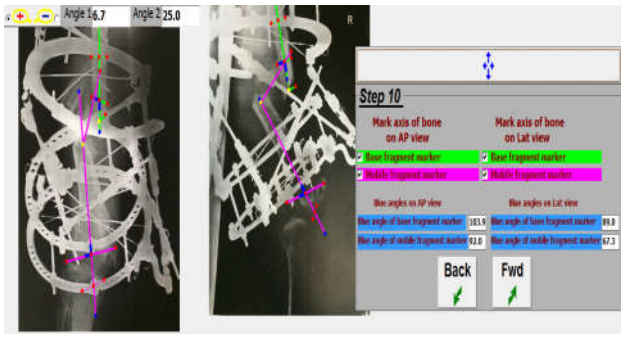
در قدم بعدی شکل دقیق قسمت دیستال شکستگی رسم شد، پس از آن نرم‌افزار با توجه به شکل رسم شده محور آناتومیکی استخوان را نشان داد که مرحله ۹ مربوط به تغییرات لازم بر روی آن بود.

مرحله بعدی که قدمی بسیار مهم می‌باشد، تعیین فواصل استخوانی، محل قرارگیری مفصل، اندازه عرض استخوان با استفاده از علامت‌گذاری بر روی کورتکس داخلی و خارجی و میزان جابه‌جایی لازم در رابطه با قطعه دیستال می‌باشد.

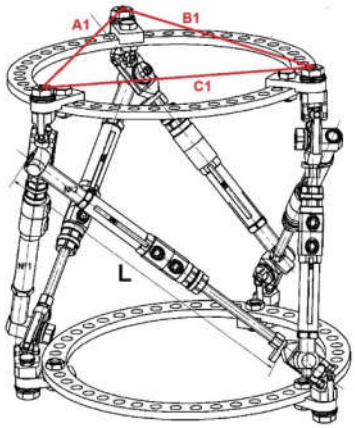
محور اصلی بر روی محور آناتومیکی استخوان قرار داده می‌شود، سپس خط نشان‌گر زاویه به اندازه عرض استخوان باز شده و نقاط انتهایی این خط بر روی کورتکس خارجی و داخلی منطبق می‌شود. در این شرایط، نرم‌افزار میزان انحراف زاویه‌ای استخوان (Angulation) را در قسمت Blue angel of fragment marker هم در رابطه با قطعه دیستال و هم پروگزیمال نشان خواهد داد. نقطه انتهایی محور اصلی را طوری ادامه داده می‌شود که محور فرعی تا حدودی بر روی محل مفصل قرار گیرد تا در شرایطی که اگر جابه‌جایی مفصلی نیز وجود دارد مشخص شود. سپس نشان‌گر بر هم‌نهی تا

[Downloaded from tumj.tums.ac.ir on 2024-09-27]

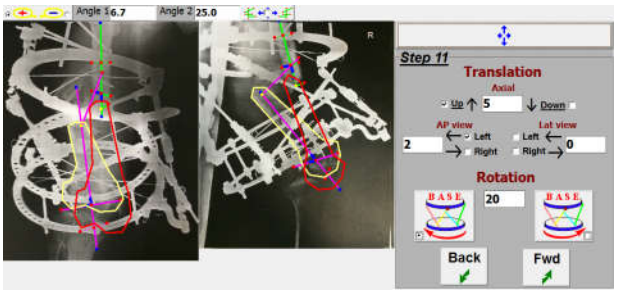
شکل ۱: رادیوگرافی رخ و نیم رخ از استخوان فمور



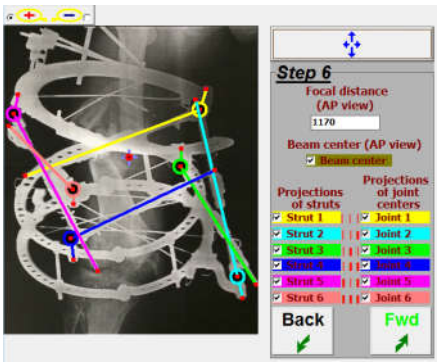
شکل ٤: قدم دهم، تعیین حدودی از فواصل استخوانی جهت اعمال جابه‌جایی‌های لازم



شکل۲: نحوه اندازه‌گیری‌ها



شکل ۵: قدم یازدهم، اصلاحات نهایی پیش از اعلام نتیجه



شکل۳: تعیین محل دقیق جک‌ها، مرکز پرتو و طول کاست تا پرتوافکن بر روی تصویر رخ

قطعه مقابل ادامه داده می‌شود، در این زمان طول خط نشان‌گر بر هم نهی میزان جابه‌جایی لازم در صفحه عرضی یا Displacement را مشخص خواهد کرد، وقتی این عملیات هم بر روی قطعه دیستال و پروگزیمال و هر دو تصویر رخ و نیم رخ انجام گرفت این مرحله به پایان می‌رسد.

سپس نرم‌افزار حدس خود از محل قرارگیری دقیق پس از اصلاح را نشان خواهد داد. اگر شکل پیشنهادی استخوان قابل قبول نباشد در کادرهای مشخص شده میزان جابه‌جایی اعلام می‌شود. در مرحله پایانی نقاط پر خطر با عناوین SAR 1 و SAR 2 مشخص شدند.

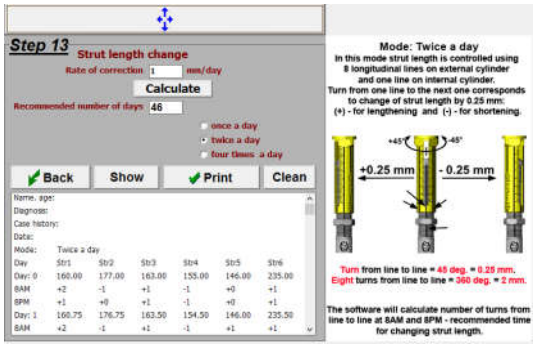
[Downloaded from tumj.tums.ac.ir on 2024-09-27]

یافته‌ها

پس از اتمام عملیات نرم‌افزاری در نهایت یک جدول با عنوان میزان تغییرات مورد نیاز جهت اصلاح کامل بدشکلی در اختیار قرار خواهد گرفت. داده‌های جدول مورد نظر به‌صورت پیشنهادی بوده و قابلیت اعمال تغییرات را دارا می‌باشد.

نمونه‌ای از جدول ارایه شده توسط نرم‌افزار در شکل ٦ قابل مشاهده است. در رابطه با نمونه مورد مطالعه میزان زمان لازم جهت اصلاح کامل ٤٦ روز می‌باشد.

این در شرایطی است که در مقایسه با نمونه راد معمولی در اکسترنال فیکساتور الیزاروف با توجه به وجود قانون میزان تغیرات ۱ mm در روز، زمان بسیار بیشتری برای اصلاح مورد نیاز می باشد. با توجه به این قضیه سیستم معمولی نیاز به ۳۳ روز اصلاح در صفحه فرونتال، ۱۲ روز اصلاح در رابطه با میزان کشش و دیسترکشن و در نهایت ٤٨ روز اصلاح بدشکلی در صفحه ساژیتال می‌باشد. علاوه بر این برای انجام عملیات سه شکل متفاوت از نحوه نصب اتصالات مورد نیاز است.



شکل ٦: خروجی نرم‌افزار در رابطه با تغیرات لازم

بحث

سیستم‌های هیبریدی به‌طور کلی میزان جابه‌جایی‌هایشان به شکل نسبی و فضایی است. در واقع موقعیت ثانویه را به شکل مجموعه نقاط بر روی مختصات فضایی تشخیص داده و در قید حرکت در یک صفحه نیستند، از این رو توانایی اعمال حرکت در تمامی صفحات را به‌صورت یک‌جا دارند. در رابطه با بد شکلی استخوان فمور بررسی شده در این مقاله قطعه پروگزیمال به‌عنوان مختصات اولیه و ثابت و قطعه دیستال به‌عنوان مختصات ثانویه و متحرک در نظر گرفته می‌شود، پس تمامی اصلاحات بر روی قطعه دیستال انجام می‌گیرد. اگر این بدشکلی با رادهای معمولی اصلاح شود ۹۳ روز زمان لازم است، این در حالی است که شرایط در زمان استفاده از جک‌های سیستم هیبریدی این تغییرات در نصف این دوره یعنی ٤٦ روز قابل انجام است.

به‌طور کلی با توجه به اینکه تحمل اکسترنال فیکساتور در ران برای بیمار بسیار سخت می‌باشد، از این رو کاهش زمان درمان بسیار امری ضروری است. اختلاف زمانی در مقایسه بین سیستم‌های هیبریدی و فیکساتور معمولی در رابطه با شکستگی‌های پیچیده در پژوهش‌های پیشین نیز میزان سرعت عمل ۲/۳ برابری در زمان استفاده از OSF مشاهده شده و در زمان بدشکلی‌های پیچیده در رابطه با استفاده از این سیستم توصیه شده است.[۲و۷] افزون بر این در رابطه با حفظ استحکام نیز این سیستم به‌دلیل دارا بودن شش جک بین حلقه‌ها دارای مقاومت بالاتری است. در رابطه با بدشکلی‌های پیچیده و چندصفحه‌ای سیستم‌های اکسترنال فیکساتور هیبریدی مثل OSF عملکرد بهتری نسبت به فیکساتورهای ساده‌تر دارند.

سپاسگزاری: این مقاله حاصل کار تحقیقاتی مستقل می‌باشد.

References

1. Paley D. History and science behind the six-axis correction external fixation devices in orthopaedic surgery. *Oper Tech Orthop* 2011;21(2):125-8.
2. Solomin LN, Paley D, Shchepkina EA, Vilensky VA, Skomoroshko PV. *Int Orthop* 2014;38(4):865-72.
3. Skomoroshko PV1, Vilensky VA, Hammouda AI, Fletcher MD, Solomin LN. Mechanical rigidity of the Ortho-SUV frame compared to the Ilizarov frame in the correction of femoral deformity. *Strategies Trauma Limb Reconstr* 2015;10(1):5-11.

[Downloaded from tumj.tums.ac.ir on 2024-09-27]

4. Skomoroshko PV, Vilensky VA, Hammouda AI, Fletcher MD, Solomin LN. Determination of the maximal corrective ability and optimal placement of the Ortho-SUV frame for femoral deformity with respect to the soft tissue envelope, a biomechanical modelling study. *Adv Orthop* 2014;2014.
5. Solomina LN, Vilenskyb VA. Computer-assisted external fixation and then nailing at both lower legs nonunions accompanied with complex deformities. In: Rozbruch R, Hamdy R. Limb Lengthening and Reconstruction Surgery Case Atlas. 1st ed. Switzerland: Springer International Publishing; 2105. P. 147-54.
6. Takata M, Vilensky VA, Tsuchiya H, Solomin LN. Foot deformity correction with hexapod external fixator, the Ortho-SUV Frame™. *J Foot Ankle Surg* 2013;52(3):324-30.
7. Dammerer D, Kirschbichler K, Donnan L, Kaufmann G, Krismer M, Biedermann R. Clinical value of the Taylor Spatial Frame: a comparison with the Ilizarov and Orthofix fixators. *J Child Orthop* 2011;5(5):343-9.

[Downloaded from tumj.tums.ac.ir on 2024-09-27]

TUMJ Tehran University Medical Journal, May 2017; Vol. 75, No. 2: 120-125 Original Article

Analyze of Ortho-SUV™, software base hybrid fixation on three planar femur deformity

Mohammadreza Effatparvar M.D.[1]
Nima Jamshidi Ph.D.[1*]
Alireza Asghari Ardabili M.D.[2]

1- Department of Biomedical Engineering, Faculty of Engineering, University of Isfahan, Isfahan, Iran.
2- Department of Manufacturing Engineering, Faculty of Mechanical Engineering, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

Abstract

Received: 08 Jan. 2017 Revised: 13 May 2017 Accepted: 20 May 2017 Available online: 21 May 2017

Background: Application of Hybrid 6 degrees of freedom fixation could lead to space motion in each 3 anatomic plates together and decrease the time of complex deformities correction. This study is an investigation on the function of hybrid external fixation and the influence of it on decreasing the treatment time. About this case utilize of Ortho-SUV Frame (OSF) system is explained for the first time in Iran and report of its novel. These robotic systems are divided into two groups: active and passive, about active system all movements are done by actuators in joints and links. And in passive, the system needs an operator or patient to actuates Sturats by hand.

Methods: The femur bone has been investigated was nonunion with deformity in sagittal, frontal and transversal planes. Ilizarov external fixation was applicate firstly, with this condition that the OSF systems jacks were replaced instead of simple rods in side of fracture. Software work was done on February of 2016 in Ayatollah Taleghani Hospital, Tehran, Iran. Fractures were happened in a car accident and some other operating were perforemed for this patient without any result.

Results: The correction of studied deformity needs 3 planar moving. Acting this movement by Ilizarov requirements 33 mm displacement in frontal plane, 12 mm horizontal distraction and 48 mm displacement in sagittal plane. Due to the rate of correction in Ilizarov which is 1 mm per day, this bone needs 93 days for general correction and three times changing in shape of rings connections. While, by using the hybrid external fixation, all displacements were corrected in 46 days and first connection had supported all planes.

Conclusion: According to that the decreasing of treatment time is one of the main goal, the hybrid external fixation systems could be an appointment choice in complex deformities and replaced with some common fixation. In addition to, using of updated software increases the accuracy of displacement.

Keywords: deformity, external fixators, femur, foot deformities.

*Corresponding author: Department of Biomedical Engineering, Faculty of Engineering, University of Isfahan, Hezar Jarib St., Isfahan, Iran.
Tel: +98- 31- 37935613
E-mail: nima.jamshidi@gmail.com

[Downloaded from tumj.tums.ac.ir on 2024-09-27]