

Comparing the Outcomes of Limited and Classic Approach for Periacetabular Osteotomy in Surgical Treatment of Hip Dysplasia

Alireza Sadegpour¹, Rouhollah Sohrabi^{2*}, Nazere Amidfar², Masoud Gahvechi Akbari¹

¹Department of Orthopedic, Shohada Hospital, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran

²School of Medicine, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran

Received: 27 Feb, 2013 Accepted: 18 Mar, 2013

Abstract

Backgrounds and Objectives: Periacetabular Osteotomy (PAO) is a well established method in treating the hip dysplasia in adults. Despite of the lack of information about the final outcome of the PAO operation, this procedure is frequently used. The aim of this study was to evaluate the results of PAO operation among patients with severe dysplasia of the hip joint.

Material and Methods: In a simple randomized clinical trial study, 20 patients were divided into two groups and were treated with classical and limited surgical osteotomy. The patients were followed for six months.

Results: The mean age of study was 26/7 years. The classical and limited techniques were performed on 11 and 9 years old cases, respectively. The amount of bleeding in the classical and limited methods were 661 ml and 477 ml respectively ($P=0.001$). The two groups did not differed in term of the hip functional joint. There was no difference of pain controlling between the two methods.

Conclusion: The periacetabular osteotomy alone was successful for treatment in severe hips dysplastic. Rectus femuris tendon junction maintains had no effect on treatment results; both methods were successful in creating adequate coverage of the femoral head.

Keywords: Periacetabular osteotomy, Hip Dysplasia, Deformity Correction

*Corresponding author:

E-mail: raminsohrabi58@yahoo.com

مقاله پژوهشی

مقایسه نتایج استئوتومی پری استابولار به روش محدود و کلاسیک در درمان جراحی دیسپلازی هیپ

علیرضا صادقپور: بخش ارتوپدی بیمارستان شهداء، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران
روح اله سهرابی: دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران، نویسنده رابط:

E-mail: raminsohrabi58@yahoo.com

ناصره عمید فر: دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران
مسعود قهوه چی اکبری: بخش ارتوپدی بیمارستان شهداء، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران

دریافت: ۹۱/۱۲/۹ پذیرش: ۹۱/۱۲/۲۸

چکیده

زمینه و اهداف: استئوتومی پری استابولار یک روش درمانی مناسب برای پایدارسازی دیسپلازی مفصل هیپ بزرگسالان است. هر چند که اطلاعات کمی در پیامد بیماران درمان شده وجود دارد ولی این روش جراحی به فراوانی مورد استفاده قرار می گیرد. هدف از این مطالعه بررسی نتایج درمانی جراحی استئوتومی پری استابولار به دو روش محدود و کلاسیک در بیماران دارای دیسپلازی شدید در مفصل هیپ است.

مواد و روش ها: در یک مطالعه کارآزمایی بالینی تصادفی شده ساده ۲۰ بیمار دارای دیسپلازی شدید مفصل هیپ در دو گروه موازی تقسیم بندی شده و تحت درمان جراحی به روش استئوتومی کلاسیک و محدود قرار گرفتند. این بیماران برای شش ماه پیگیری شدند و نتایج نهایی درمان مورد بررسی قرار گرفته است.

یافته ها: ۲۰ بیمار دارای دیسپلازی شدید مفصل هیپ با میانگین سنی ۲۶/۷ سال شرکت کردند. ۹ بیمار به روش استئوتومی محدود و ۱۱ بیمار به روش استئوتومی کلاسیک درمان شده بودند. میزان خونریزی در روش محدود ۴۷۷ میلی لیتر و در روش کلاسیک ۶۶۱ میلی لیتر بود که تفاوت آماری معنی داری مشاهده شد ($P = ۰/۰۰۱$). میزان عملکرد مفصل هیپ در دو گروه تفاوتی وجود نداشت. در کنترل درد بیماران تفاوتی بین دو روش وجود نداشت.

نتیجه گیری: استئوتومی پری استابولار به تنهایی برای درمان دیسپلازی شدید مفصل هیپ موفق است. در روش استئوتومی محدود نسبت به روش کلاسیک میزان خونریزی کمتری رخ می دهد ولی از نظر نتایج نهایی درمان یکسان هستند و حفظ محل اتصال تاندون رکتوس فمورس تأثیری در نتایج درمان ندارد و هر دو روش در ایجاد پوشش کافی سر فمور موفق هستند.

کلید واژه ها: دیسپلازی هیپ، استئوتومی استابولار، اصلاح دفورمیتی

مقدمه

سر فمور می تواند باعث فشار بیش از حد و اعمال نیروهای برشی (shearing forces) شود که نتیجه امر، ایجاد ضایعه در لابروم و در پی آن استئوآرتروز زودرس است (۴-۱). تصحیح پوشش ناکافی یا با قرار نادرست از طریق تقویت یا تغییر مسیر استابولوم مقدور است. گرچه آرتروپلاستی کامل هیپ روشی مطلوب در سالمندان محسوب می گردد، ولی در جوانان نمی توان این شیوه را در نظر داشت. از سوی دیگر، دیسپلازی هیپ بیماری شایع در سنین پایین و جوانان است (۵). مداخلات جراحی مختلفی برای درمان موارد دیسپلازی هیپ و عدم پوشش کافی سر فمور در استابولوم وجود دارد که شامل انواع استئوتومی ها همانند استئوتومی سه گانه

دیسپلازی تکاملی هیپ ارتباط تنگاتنگی با ناپایداری مفصل هیپ داشته و یکی از شایعترین علل ثانویه استئوآرتروز مفصل هیپ است. بیماران که اغلب نوجوانان و افراد جوان هستند در صورت عدم درمان ساختار غیر طبیعی مفصل هیپ به صورت پیشرونده ای به دژنراسیون مفصل هیپ دچار می شوند. به طوری که مطالعه Murphy و همکاران نشان دهنده عدم عملکرد مطلوب مفصل هیپ در سنین بالا در مواردی که ایندکس استابولوم بیش از ۱۵ درجه و عدم پوشش کامل سر فمور بیش از ۳۱٪ بوده است. خاصیت اهرمی مختل در دیسپلازی هیپ بیماران باعث خستگی سریع ابدکتورها شده و از سوی دیگر، پوشش ناکامل آنترولاترال

یافته ها

در این مطالعه ۲۰ بیمار دارای دیسپلازی شدید با میانگین سنی ۲۶/۷±۶/۹ سال که تحت درمان جراحی با دو روش استئوتومی پری استابولار کلاسیک (۱۱ بیمار) و محدود (۹ بیمار) قرار گرفته- اند بررسی شده اند. در روش کلاسیک ۵ مورد مرد (۴۵/۵٪) و ۶ مورد زن (۵۴/۵٪) و در روش استئوتومی محدود ۳ مورد مرد (۳۳/۳٪) و ۶ مورد زن (۶۶/۷٪) وجود داشت که از نظر جنسی تفاوتی بین دو گروه وجود نداشت. سایر یافته های دموگرافیک و بالینی و متغیرهای مورد بررسی در جدول ۱ قابل مشاهده است. میانگین سنی بیماران در دو گروه یکسان بود و هر دو گروه از نظر سن و جنس با یکدیگر همسان بودند. مدت زمان جراحی در روش کلاسیک کمی بیشتر از روش محدود بود ولی تفاوت معنی داری وجود نداشت. میزان خونریزی در روش کلاسیک نسبت به روش استئوتومی محدود بیشتر بوده و تفاوت آماری معنی داری مشاهده شد ($p=0/001$). در شدت درد بیماران در قبل و بعد از عمل تفاوت آماری وجود نداشت و شدت درد بیماران بعد از درمان جراحی در هر دو گروه به خوبی کنترل شده بود. توانایی عملکرد مفصل هیپ براساس معیار Tonnis Harris hip score تفاوتی مشاهده نگردید. گرافی های پیگیری یکی از بیماران درمان شده با روش محدود در عکس های شماره ۱ در قبل از عمل و در شماره ۲ در بعد از عمل قابل مشاهده است همانطوری که مشاهده می گردد پوشش سر فمور به طور کامل میسر شده است.

بحث

هرگونه دیسپلازی هیپ پس از بلوغ اسکلتی می تواند منجر به درد و لنگش گردد. خاصیت اهرمی مختل در این دسته از بیماران باعث خستگی سریع ابدکتورها شده و از سوی دیگر، پوشش ناکامل آترولاترال سر فمور می تواند باعث فشار بیش از حد و اعمال نیروهای برشی (shearing forces) شود که نتیجه امر، ایجاد ضایعه در لابروم و در پی آن استئوآرتروز زودرس است (۴-۱). تصحیح پوشش ناکافی یا با قرار نادرست از طریق تقویت یا تغییر مسیر استابولوم مقدور است. گرچه آرتروپلاستی کامل هیپ روشی مطلوب در سالمندان محسوب می گردد، ولی در جوانان نمی توان این شیوه را در نظر داشت. از سوی دیگر، دیسپلازی هیپ بیماری شایع در سنین پایین و جوانان است (۵).

(triple)، استئوتومی innominate و استئوتومی های پری استابولار spherical است. در این مطالعه سعی کردیم نتایج درمانی استئوتومی پری استابولار را که به روش کلاسیک Ganz انجام گرفته است با یک روش محدودتر استئوتومی پری استابولار که در واقع نوع modified می باشد، مقایسه کنیم.

مواد و روش ها

در یک مطالعه کارآزمایی بالینی تصادفی شده در بخش ارتوپدی بیمارستان شهداء دانشگاه علوم پزشکی تبریز انجام شده است، ۹ بیمار دارای دیسپلازی در مفصل هیپ که به روش استئوتومی محدود پری استابولار مورد درمان قرار گرفته اند از نظر نتایج درمانی با ۱۱ بیمار که در مرکز آموزشی فوق قبلا تحت استئوتومی پری استابولار به روش کلاسیک قرار گرفته بودند مقایسه شده اند. بیماران دارای تشخیص دیسپلازی استابولار بر اساس معیار رادیولوژیک 20° Center Edge Angle > و درد ناشی از آن که کاندید عمل جراحی بودند، پس از کسب رضایتنامه آگاهانه کتبی به روش استئوتومی پری استابولار محدود تحت عمل قرار گرفتند. روش عمل مشابه با استئوتومی پری استابولار کلاسیک مرسوم است تنها با دو تفاوت که در آن اتصالات عضلات تا ناحیه گلوئتال از سطح لاترال بال ایلایک جدا نمی گردد و همچنین، محل اتصال (origin) تاندون رکتوس فموریس حفظ می شود. بیماران دارای سابقه استئوتومی قبلی در لگن و بیماری عصبی-عضلانی از مطالعه خارج شدند. میزان عملکرد مفصل هیپ بیماران پیش از عمل با معیار Harris hip score در بیماران بررسی ثبت شد. یافته های حین عمل و عوارض احتمالی در بیماران ثبت گردید. بیماران حداقل به مدت شش ماه مورد پیگیری قرار گرفتند. این مطالعه تحت نظر کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی تبریز انجام شده و در مرکز ثبت کارآزمایی های بالینی با کد IRCT201205259857N1 ثبت شده است. برای بررسی آماری از روش های آماری توصیفی استفاده شد. و برای مقایسه یافته های کمی در بین دو گروه از بیماران تحت درمان با دو روش استئوتومی از آزمون Independent T Test و در موارد کم بودن فراوانی یا توزیع غیر نرمال داده ها از آزمون آماری mann- withny U استفاده شد. برای مقایسه متغیرهای کیفی بین دو گروه از آزمون آماری Chi-square بهره برده شد. نرم افزار مورد استفاده SPSS/17 بوده و مقدار P در این مطالعه کمتر از ۰/۰۵ معنی دار در نظر گرفته شد.

جدول ۱: یافته های دموگرافیک و مقایسه متغیرهای مورد بررسی بین دو گروه از بیماران

متغیرها	استئوتومی کلاسیک n = ۱۱	استئوتومی محدود n = ۹	P
سن (سال)	۲۵/۱±۷/۳	۲۸±۶/۵	۰/۱
مدت زمان جراحی	۱۷۵±۲۶/۸	۱۵۶±۴۴	۰/۰۷
مقدار خونریزی (میلی لیتر)	۴۷۷/۸±۴۴/۹	۶۶۱/۸±۹۳/۴	۰/۰۰۱
شدت درد بیماران (VAS) قبل از عمل	۴/۸±۲/۱	۴/۸±۱/۶	۰/۲
شدت درد بیماران (VAS) بعد از عمل	۱/۱±۰/۴	۱/۱±۰/۷	۰/۱
Harris hip score	۹۴±۷/۳	۹۳±۲/۶	۰/۲

هریس هیپ اسکور



عکس ۱ و ۲: رادیوگرافی رویه رو لگن بیمار ۲۷ ساله در قبل و بعد از عمل با روش استئوتومی محدود

نهایت ساده تر و آسان تر بودن روش جراحی گزارش گردید. بعلاوه کوتاه شدن زمان عمل و کاهش میزان از دست رفتن خون طی جراحی نیز در این دسته گزارش گردید. از سوی دیگر برخی عوارض اساسی بالینی نیز در ۱۸ بیمار اول مشاهده شد که شامل استئوتومی های داخل مفصلی، بدقرارگیری فراگمان ها، فلج موقت عصب فمورال و تشکیل استخوان هتروتوپیک (Heterotopic) بودند (۱۶-۱۳). در مطالعه Trousdale و همکاران ۴۲ بیمار به روش Ganz عمل شدند. مدت پیگیری در این مطالعه بطور متوسط ۴ سال بود. در مجموع بهبود امتیاز هیپ Harris از ۶۳ به ۸۶ گزارش گردید. در این مطالعه شدت آرتروز قبل از عمل با نتایج عمل ارتباط معکوس داشت (۱۵). در بررسی Matta و همکاران در این زمینه، ۵۸ عمل Ganz ارزیابی شد. مدت پیگیری ۴ تا ۵ سال بود. آرتروپلاستی توتال هیپ در ۵ بیمار مورد نیاز شد. در این مطالعه نیز نتیجه گیری شد که این عمل در افراد جوان با آرتروز خفیف تا متوسط دارای نتایج مطلوبی است (۱۶). در مطالعه Crockarell و همکاران، پس از ۳ سال پیگیری، امتیاز هیپ Harris از ۶۸ به ۸۶ افزایش یافت (۱۷). میزان افزایش امتیاز هیپ Harris در مطالعه Trumble و همکاران بر روی ۱۱۵ بیمار طی ۴ سال از ۶۵ به ۸۹ افزایش یافت (۱۸). عوارض استئوتومی پری استابولار Bernese در مطالعه Davey و Santore در ۳۵ بیمار شامل ۲ مورد خونریزی، دیستروفی سمپاتیکی رفلکسی در ۲ بیمار، فلج عصب سیاتیک در ۱ مورد، آمبولی ریوی در ۱ مورد و عدم جوش خوردگی ایلیوم در ۱ مورد بود. عوارض خفیف تر شامل شکستگی ایسکیال در ۳ مورد، عفونت سطحی زخم در ۲ مورد، شکستگی ستون خلفی در ۱ مورد، و نوروپراکسی پری نورال در ۳ مورد بود (۲۱-۱۹). در مطالعه ما در روش استئوتومی محدود از ۹ بیمار درمان شده با این روش در یک مورد آسیب عصبی به صورت نوروپراکسی وجود داشته است. در متآنالیز صورت گرفته توسط McKinley بر روی بیماران تحت عمل Ganz، Lateral Center Edge Angle از ۲۲ تا ۲۸ درجه، Anterior Center Edge Angle از ۲۲ تا ۴۴ درجه، Femoral Head Medialization از ۶ تا ۱۷ درجه و index از ۱۷ تا ۲۲ درجه و Femoral Head Medialization از ۶ تا ۶ میلی متر متغیر گزارش شده است (۱۳). یکی دیگر از روش

استئوتومی لگنی Chiari یا استابولوپلاستی وسعت ناحیه متحمل وزن را افزایش می دهد، ولی قادر به پوشش ناحیه تحت فشار با غضروف هیالینی مفصلی نمی باشد (۶). روش استئوتومی Salter در بالغین منجر به اصلاح ناکافی می گردد (۷). استئوتومی دو (double) یا سه گانه (triple) با توجه به فاصله قابل توجه از استابولوم، اندازه فراگمان و کشش لیگامان های ساکروپلوپیک محدوده جابجایی کافی ایجاد نمی کنند (۸،۹). استئوتومی دو گانه از کف استابولوم عبور می کند (۱۰). استئوتومی های سه گانه نزدیک تر به مفصل که توسط Le Coeur، Tonnis و Carlioz معرفی شده اند امکان اصلاح قابل توجهی را فراهم می سازند، ولی بطور بالقوه منجر به تنگی حفره لگنی می گردند. بعلاوه در این روش ها بعلت قطع تداوم حلقه لگنی، نیاز به تثبیت داخلی اساسی وجود دارد. استئوتومی کروی Eppright، Nishio و Ninomiya امکان تصحیح جانبی و قدامی مناسبی را فراهم می سازند، ولی جابجایی مدیال مفصل با دشواری بسیار مقدور است. بعلاوه، هرگونه تغییر در آنته- یا رترو-ورسیون مشکل ساز می باشد. از سوی دیگر قرابت مفصلی خطر آسیب خونرسانی را به همراه دارد (۱۰-۵).

جهت رفع یا کاهش این مشکلات، استئوتومی پری استابولار Bernese یا Ganz در سال ۱۹۸۴ معرفی شد (۱۱). از آن زمان تاکنون تغییرات اندکی در این روش اعمال شده و این روش بعنوان یکی از محبوب ترین اعمال جراحی در این زمینه در مراکز مختلف مورد استفاده قرار می گیرد (۵). با این وجود در همان اوایل معرفی این روش و بویژه در آمریکای شمالی روش Approach) ایلئواینگوینال بیشتر مورد استفاده قرار می گرفت. اما پس از مدتی نشان داده شد که این روش می تواند منجر به ترومبوز شریان فمورال گردد که خود نتایج نامطلوب قابل ملاحظه ای به همراه داشت (۱۲).

در اولین مطالعه در این زمینه ۷۵ بیمار به روش استئوتومی پری استابولار Bernese تحت عمل جراحی قرار گرفتند. مزیت های این روش در مقایسه با سایر روش های معرفی شده شامل اصلاح بهتر، عدم تغییر در تداوم ساختاری حلقه لگنی و بدنبال آن حذف نیاز به بی حرکتی یا کشش (Traction) پس از عمل و در

نتایج نهایی یکسانی در هر دو روش استئوتومی وجود داشته است. تنها مزیت روش استئوتومی محدود که محل اتصال (origin) تاندون رکتوس فموریس حفظ می شود کمتر شدن میزان خونریزی و نیاز به تزریق خون کمتر در جریان جراحی بوده است و در یافته های مشابه با مطالعات قبلی تفاوت چندانی در نتایج درمانی روش استئوتومی پری استابولار محدود با کلاسیک انجام شده مشاهده نگردید.

نتیجه گیری

استئوتومی پری استابولار به تنهایی برای درمان دیسپلازی شدید مفصل هیپ موفق است. در روش استئوتومی محدود نسبت به روش کلاسیک میزان خونریزی کمتری رخ می دهد ولی از نظر نتایج نهایی درمان یکسان هستند و حفظ محل اتصال تاندون رکتوس فموریس تأثیری در نتایج درمان ندارد و هر دو روش در ایجاد پوشش کافی سر فمور موفق هستند.

های انجام استئوتومی پری استابولار Bernese معرفی گردید که تحت عنوان روش Smith-Petersen شناخته شد. بر این اساس و در مجموع، بنظر می رسد بهترین و ایمن ترین شیوه انجام استئوتومی پری استابولار Bernese با توجه به جلوگیری از آسیب اعصاب و عروق، روش Smith-Petersen باشد. معایب این عمل، نیاز به شناخت وسیع آناتومی منطقه، نیاز به تصاویر سه بعدی و عدم امکان تصحیح اشتباهات حین جراحی ذکر شده اند. از سوی دیگر این روش نیاز به بازکردن وسیع منطقه عمل و آزادسازی بافت نرم دارد که خود می تواند اسکارهای وسیع ایجاد نماید. این امر به ویژه در زنان جوان بسیار نامطلوب است. گرچه جهت کاهش این عوارض روش های مختلف دیگری نیز پیشنهاد شده اند، ولی در نهایت نتایج آنها با نتایج عمل اصلی چندان تفاوت نداشته است (۲۰). پیشرفت های اخیر در زمینه استئوتومی و تصحیح با کمک رایانه بسیار امیدبخش می باشند، ولی اجرای آن هنوز به مرحله عملی نرسیده است (۲۱). بر اساس یافته های مطالعه ما توانایی عملکرد مفصل هیپ بعد از جراحی در هر دو روش استئوتومی پری استابولار حدود ۹۰ برآورد شده بود که

References

1. Mayo KA, Trumble SJ, Mast JW. Results of periacetabular osteotomy in patients with previous surgery for hip dysplasia. *Clin Orthop* 1999; **363**: 73-80.
2. Millis MB, Murphy S, Poss R. Osteotomies about the hip for the prevention and treatment of osteoarthritis. *J Bone Joint Surg Am* 1995; **77**: 626-647.
3. Murphy SB, Ganz R, Miller ME. The prognosis of untreated dysplasia of the hip. *J Bone Joint Surg Am* 1995; **77**: 9859.
4. Murphy SB, Kijewski PK, Millis MB, Harless A. Acetabular dysplasia in the adolescent and young adult. *Clin Orthop* 1990; **61**: 214-223.
5. The Bernese Periacetabular Osteotomy Martin Weber, Reinhold Ganz *Ioperat Orthop Traumatol* 2002; **14**: 99-121.
6. Chiari K. Results of pelvic osteotomy as of the shelf method acetabular roof plastic. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 1955; **87**(1): 14-26.
7. Salter RB. Innominate osteotomy in the treatment of congenital dislocation and subluxation of the hip. *J Bone Joint Surg Br* 1961; **43**: 518-539.
8. Steele HH. Triple osteotomy of the innominate bone. *J Bone Joint Surg Am* 1973; **55**: 343-350.
9. Sutherland DH, Greenfield R. Double innominate osteotomy. *J Bone Joint Surg Am* 1977; **59**: 1082-1091.
10. Biedermann R, Donnan L, Gabriel A, Wachter R, Krismer M, Behensky H. Complications and patient satisfaction after periacetabular pelvic osteotomy. *International Orthopaedics (SICOT)* 2008; **32**: 611-617.
11. Ganz R, Klaue K, Vinh TS, Mast JW. A new periacetabular osteotomy for the treatment of hip dysplasias. *Clin Orthop* 1988; **232**: 26-36.
12. Hussell JG, Mast JW, Murphy SB, Howie DW, Ganz R. A comparison of different surgical approaches for the periacetabular osteotomy. *Clin Orthop* 1999; **363**: 64-72.
13. Sen C, Asik M, Tozun IR, Sener N, Cinar M. Kotz and Ganz osteotomies in the treatment of adult acetabular dysplasia. *International Orthopaedics (SICOT)* 2003; **27**: 78-84.
14. Clohisy JC, Schutz AL, St John L, Schoenecker PL, Wright RW. Periacetabular Osteotomy A Systematic Literature Review. *Clin Orthop Relat Res* 2009; **467**: 2041-2052.
15. Trousdale RT, Ekkernkamp A, Ganz R, Wallrichs SL. Periacetabular and intertrochanteric osteotomy for the treatment of osteoarthritis in dysplastic hips. *J Bone Joint Surg Am* 1995; **77**(1): 73-85.
16. Matta JM, Stover MD, Siebenrock K. Periacetabular osteotomy through the Smith-Petersen approach. *Clin Orthop* 1999; **363**: 21-32.

17. Crockarell J, Trousdale RT, Cabanela ME, Berry DJ. Early experience and results with the periacetabular osteotomy. The Mayo Clinic experience. *Clin Orthop* 1999; **363**: 45-53.
18. Trumble SJ, Mayo KA, Mast JW. The periacetabular osteotomy. Minimum 2 year follow up in more than 100 hips. *Clin Orthop* 1999; **363**: 54-63.
19. Davey JP, Santore RF. Complications of periacetabular osteotomy. *Clin Orthop* 1999; **363**: 33-37.
20. Bernstein P, Thielemann F, Günther KP. A modification of periacetabular osteotomy using a two-incision approach. *Open Orthop J* 2007, 6; 1:13-8.
21. Langlotz F, Bichler R, Berlemann U, Nolte L-P, Ganz R. Computer assistance for pelvic osteotomies. *Clin Orthop* 1998; **354**: 92-102.