

تأثیرات استئوتومی زاویه باز کمپارتمان داخلی زانو بر روی پتلا چیست؟

چکیده

مقدمه: استئوتومی با روش زاویه‌باز داخلی استخوان تیبیا (Medial open wedge high tibial osteotomy=MOWHTO) برای درمان استئوآرتریت کمپارتمان داخلی زانو مؤثر است. در کنار مزایای بسیار، چندین مطالعه، تأثیرات منفی MOWHTO را بر روی کمپارتمان پتلوفمورال از جمله پتلا باجا و افزایش فشار تماسی بر روی مفصل پتلوفمورال گزارش کرده‌اند. عوامل مختلفی می‌توانند بر پیشرفت استئوآرتریت مفصل پتلوفمورال اثر بگذارند. توزیع فشار ناشی از دفورمیتی واروس زمینه‌ای، تأثیر عمده‌ای بر آغاز و پیشرفت استئوآرتریت در مفصل زانو دارد. این مطالعه با هدف بررسی اثر MOWHTO بر روی مفصل پتلوفمورال طراحی شده است.

روش کار: مطالعه حاضر به صورت گزارش موردی (Case series) گذشته‌نگر، بر روی تمام بیماران مبتلا به استئوآرتریت علامت‌دار کمپارتمان داخلی زانو، با زمینه دفورمیتی واروس (varus deformity) زانو، و نیازمند به اصلاح دفورمیتی انجام شد که در بازه زمانی دو ساله به بیمارستان آموزشی مراجعه کرده بودند. در آخرین جلسه پی‌گیری، تغییرات پتلا بر اساس معاینات بالینی و شاخص‌های اینسال و بلک‌برن (Insall and Blackburn) و (Mechanical Axis Deviation) MAD قبل و بعد از عمل، در بیماران ارزیابی شد.

نتایج: در مجموع ۴۹ زانو که ۵۲/۶ درصد آن متعلق به افراد مذکر بود، با میانگین سنی $۵۸/۷۶ \pm ۲۶/۵۵$ سال و شاخص توده بدنی $۲۵/۰۵ \pm ۲/۹۰۳$ کیلوگرم بر مترمربع وارد مطالعه شدند. هیچ‌کدام از بیماران نیاز به جراحی مجدد پیدا نکردند. شکستگی داخل مفصلی در هیچ‌یک از بیماران رخ نداده بود. میانگین نمره VAS (Visual Analogue Scale) پس از جراحی به طور معنادار افزایش یافته بود ($p < ۰/۰۵$). تغییرات پتلا، قبل و بعد از جراحی، بر اساس شاخص‌های رادیوگرافیک از نظر آماری تفاوت معناداری نداشتند ($p > ۰/۰۵$). میانگین اندازه MAD قبل و بعد از عمل، به ترتیب ($۸/۹۰ \pm ۳/۰۷^\circ$ و $۰/۲ \pm ۲/۷۸^\circ$) بود که حاکی از واروس مقادیر منفی و والگوس مقادیر مثبت است.

نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج، اصلاح مناسب MAD به دست آمد و تغییر معناداری در بیومکانیک مفصل پتلوفمورال رؤیت نشد.

کلمات کلیدی: تیبیا، مفصل کشکی-رانی، استئوتومی، بیومکانیک، محورمکانیکی

دریافت مقاله: ۳ ماه قبل از چاپ؛ مراحل اصلاح و بازنگری: ۲ بار؛ پذیرش مقاله: ۱ ماه قبل از چاپ

*دکتر محمد فکور، *دکتر سید شهنام موسوی، *دکتر علی بهاری

مقدمه

استئوآرتریت شایعترین بیماری مفصلی در جهان و شیوع آن رو به فزونی است^(۱). استئوآرتریت یکطرفه زانو باعث درد و محدودیت عملکردی زانو می‌شود. در زانوی نرمال ۶۰ درصد وزن روی کمپارتمان داخلی زانو و ۴۰ درصد آن روی کمپارتمان خارجی زانو وارد می‌شود^(۲،۳).

بدشکلی پای پرانتزی (Deformity Genu Varum) در زانو سبب می‌شود مرکز مفصل زانو در سمت خارجی محور مکانیکال اندام تحتانی قرار گیرد^(۴). علت‌های بسیاری برای این دفورمیتی وجود دارد که شامل کمبود ویتامین D در دوران کودکی، علل مادرزادی، بیماری‌های متابولیکی مربوط به کلسیم و فسفر، تروما و عفونت از جمله آنان است. تغییرات شدید در وضعیت مفصل زانو سبب درد در کمپارتمان داخلی زانو خواهد شد^(۲،۳)، بعلاوه، این مشکل سبب اشکال در راه رفتن و حرکت نامناسب پتلا در موارد شدید می‌شود. در بسیاری از بیماران، این دفورمیتی سبب آسیب غضروف مفصل زانو می‌شود که در نتیجه فشار یکطرفه بر روی کمپارتمان داخلی زانو است^(۴).

استئوتومی یک جراحی کلاسیک برای درمان بیماران با استئوآرتریت دژنراتیو اولیه و اصلاح دفورمیتی پای است و شایعترین محل استئوآرتریت در کمپارتمان داخلی زانو قرار دارد^(۵). درمان‌های متعددی برای پای پرانتزی وجود دارند، بنابراین، ارزیابی قبل از عمل، نقش بسیار مهمی در انتخاب درمان مناسب و موفقیت درمان دارد.

*استاد جراحی ارتوپدی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور، اهواز، ایران
*دستیار ارتوپدی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور، اهواز، ایران

نویسنده مسئول:

دکتر محمد فکور

تلفن همراه:

۹۱۶۱۱۸۶۴۲۰ (+۹۸)

Email:
dr_m_fakoor@hotmail.com

داشتند. این بیماران از سال ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۷، به بیمارستان امام خمینی در اهواز مراجعه کرده و تحت جراحی استئوتومی زاویه باز داخلی فوقانی تیپیا قرار گرفته بودند. بر اساس این روش، نمونه‌گیری در مطالعه حاضر به صورت نمونه‌های دردسترس و غیرتصادفی انجام شد.

معیارهای ورود به مطالعه وجود درد و دفورمیتی واروس در زانوی مبتلا، محور آناتومیکی برابر یا بیش از ۲ درجه واروس، کمپارتمان جانبی سالم و دامنه حرکت مناسب به صورت خمیدگی^۳ بیش از ۹۰ درجه و خمیدگی - درهم کشیدگی^۴ کمتر از ۱۰ درجه بود.

معیارهای خروج از مطالعه شامل: ژنووآروم تروماتیک، وجود هرگونه شکستگی قدیمی در همان اندام، استئوآرتروز کمپارتمان خارجی زانو و سابقه شکستگی و جراحی قبلی در همان اندام تحتانی بود.

با بیمارانی که بیش از یک سال از جراحی آنها گذشته بود جهت حضور در درمانگاه و انجام معاینات بالینی و رادیولوژیکی تماس گرفته می‌شد. پس از توضیح اهداف و روش انجام مطالعه، از تمام بیماران رضایتنامه آگاهانه دریافت می‌شد.

بر اساس ارزیابی قبل از عمل، هدف، انتقال محور مکانیکی اندام، با استئوتومی کورتکس مدیال با گوئه باز، به نقطه ۵۰ یا ۶۲/۵ درصد عرض پلاتو تیپیا بود.

ارزیابی رادیولوژیکی: رادیوگرافی استاندارد برای تمام بیماران قبل و طی مدت پی‌گیری بعد از عمل انجام شده بود و از بیماران درخواست شد با همراه داشتن گرافی‌های اخذ شده به درمانگاه مراجعه کنند. رادیوگرافی استاندارد شامل موارد زیر بود:

۱) برای محاسبه محور مکانیکی اندام تحتانی، رادیوگرافی قدامی - خلفی از کل اندام تحتانی در حالت ایستاده، شامل مفصل هیپ، زانو و مچ برای هر دو اندام انجام شد.

۲) تصویر رادیوگرافی نمای خلفی - قدامی از هر دو زانو در حالت ایستاده و ۴۵ درجه خمیدگی تهیه شد.

۳) تصویر رادیوگرافی نمای قدامی - خلفی از هر دو زانو و نمای لترال در ۳۰ درجه خمیدگی تهیه شد.

علائم بیماران به وسیله VAS^۵ ارزیابی شدند و MAD^۶ و محل پتلا با استفاده از شاخص اینسال و بلکبرن^۷ با مقادیر قبل از

ارزیابی عملکرد زانو در حالت ایستاده، که به وسیله تصویرهای رادیوگرافی استاندارد قبل از عمل انجام می‌شود کمک شایانی به انتخاب بیمار مناسب و میزان اصلاح مورد نیاز می‌کند. علاوه بر تصویرهای استاندارد، تغییرات ساژیتال، شامل ارتفاع پتلا و تیپبال اسلوپ نیز باید در نظر گرفته شوند^(۸). درمان انتخابی در این بیماران، استئوتومی پروگزیمال تیپیا است که باعث انتقال وزن به کمپارتمان خارجی و غضروف سالم آن می‌شود. استئوتومی پروگزیمال تیپیا به روش استئوتومی زاویه باز داخلی یا زاویه بسته خارجی انجام می‌گیرد و فشار را در کمپارتمان درگیر کاهش می‌دهد، همچنین، سبب کاهش درد و کاهش سرعت پیشرفت دژنراسیون مفصل می‌شود^(۶).

تعدادی از مطالعات، موفقیت ۸۰ تا ۹۰ درصد را برای پی‌گیری پنج ساله گزارش کرده‌اند^(۷).

توزیع فشار ناشی از «دفورمیتی واروس زمینه‌ای»، تأثیر عمده‌ای بر شروع و پیشرفت استئوآرتروز زانو در مفصل زانو دارد^(۹ تا ۱۳)؛ بنابراین، چندین روش درمان با هدف کاهش فشار در کمپارتمان داخلی زانو قابل استفاده هستند^(۱۳). استئوتومی زاویه باز داخلی استخوان تیپیا (MOWHTO^۱) برای درمان استئوآرتروز کمپارتمان داخلی زانو مؤثر است. در کنار مزایای بسیار، چندین مطالعه گزارش کرده‌اند که MOWHTO تأثیرات منفی بر روی کمپارتمان پتلوفمورال از جمله پتلا باجا^۲ و افزایش فشار تماسی بر روی مفصل پتلوفمورال دارد^(۱۴ و ۱۵). فاکتورهای متعددی وجود دارند که می‌توانند پیشرفت استئوآرتروز مفصل پتلوفمورال را تحت تأثیر قرار دهند^(۱۵).

این روش به ویژه در بیماران جوان تر برای برداشتن بار از کمپارتمان داخلی زانو با تغییر محور مکانیکی مفید است.

این مطالعه در بیمارانی که تحت استئوتومی زاویه باز داخلی فوقانی تیپیا قرار گرفته بودند چندین عامل را ارزیابی می‌کند. فاکتورهای اصلی مورد بررسی درجه اصلاح محور مکانیکی بعلاوه رابطه تغییرات ارتفاع پتلا با تغییر محور مکانیکی قبل و بعد از عمل جراحی هستند.

روشی کار

مطالعه حاضر یک مطالعه موردی گذشته نگر، در بیماران مبتلا به استئوآرتروز علامت‌دار کمپارتمان داخلی زانو، همراه با دفورمیتی واروس مفصل زانو است که نیاز به اصلاح دفورمیتی

3. flexion

4. flexion contracture

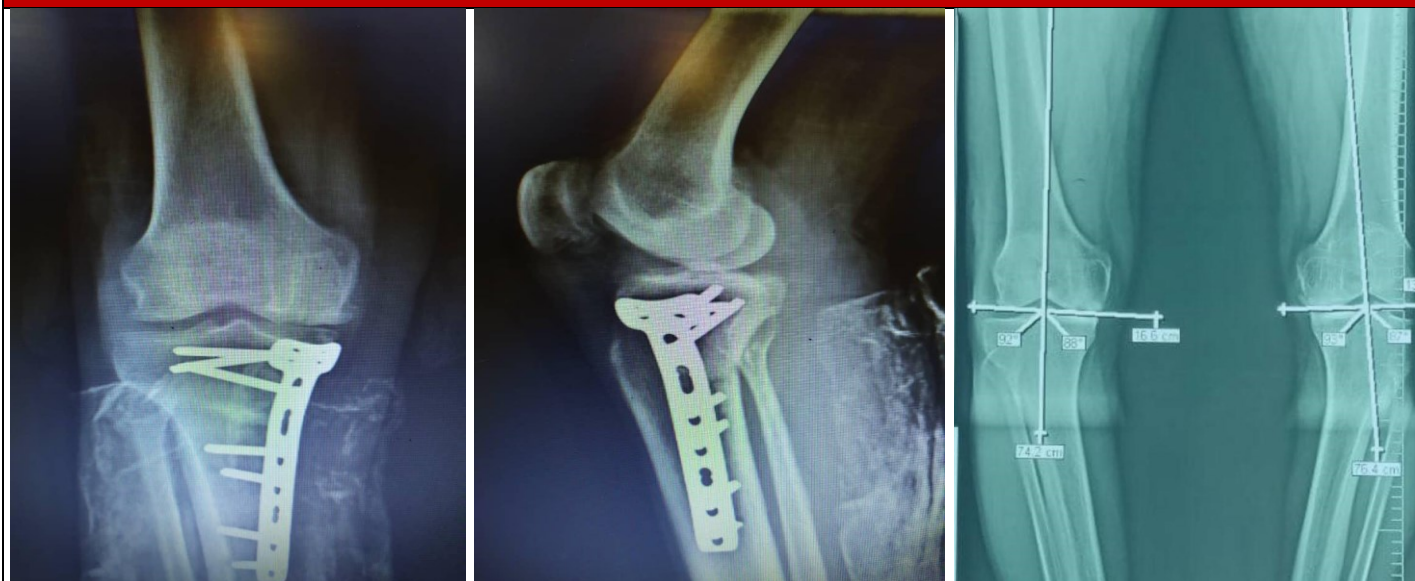
5. Visual Analogue Scale

6. mechanical axis deviation

1. Medial open wedge high tibial osteotomy (MOWHTO)

2. Patella baja

شکل ۱ - تصاویر رادیوگرافی



گرافی ارزیابی قبل از عمل، گرافی رخ و نیم‌رخ همان زانو در پیگیری یک ماه پس از عمل

سمت خارج در جهت سر استخوان فیبولا قرار داده شد و بر اساس Slope مدیال تیبیا استئوتومی پروگزیمال به توبروزیته تیبیا در یک پلن تا ۵ تا ۸ میلی‌متری کورتکس خارجی متافیز تیبیا به عنوان هینج انجام شد. سپس محل استئوتومی بر اساس برنامه‌ریزی قبل از عمل باز شد و تثبیت با پلاک T-Plate 4.5 انجام شد و Bone graft گذاشته شد و Pes Anserinus بر اساس موقعیت آناتومیک جدید ترمیم شد. سپس، ترمیم بافت نرم انجام شد و پس از عمل آتل بلند اندام تحتانی گذاشته شد (تصاویر رادیوگرافی شکل ۱).

آنالیز آماری: همه داده‌ها با SPSS نسخه ۲۳ آنالیز و ارزیابی شدند. تجزیه و تحلیل توصیفی از خصوصیات گروه ما در ابتدا برای ارزیابی توزیع، نرمال بودن و همگنی داده‌ها انجام شد. تحلیل توصیفی شامل دفعات و توزیع درصد برای متغیرهای کیفی و انحراف استاندارد برای متغیرهای کمی بود. سطح معناداری زیر ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

نتایج

در مجموع ۴۷ بیمار برای شرکت در مطالعه در نظر گرفته شدند که در نهایت ۳۸ بیمار (۴۹ زانو) وارد این تحقیق شدند. از مجموع ۴۹ زانو، ۵۲/۶ درصد متعلق به مردان بود. میانگین سنی بیماران ۲۶/۵۵±۵/۸۷۶ سال و شاخص توده بدنی ۲۶/۵۵±۲/۹۰۳ کیلوگرم بر مترمربع بود. هیچکدام از بیماران

جراحی مقایسه شدند. میزان تغییرات دژنراسیون زانو نیز ارزیابی شد.

نسبت اینسال - سالواتی^۸، نسبت «طول تاندون پتلا» به «طول پتلا» است که میزان نرمال آن «یک» است و تغییرات بیش از بیست درصد نشان‌دهنده محل غیرطبیعی پتلا است^(۱۶). نسبت بلکبرن - پیل، نسبت «طول سطح مفصلی پتلا» به «فاصله سطح مفصلی تیبیا تا پل تحتانی پتلا» است که میزان نرمال آن ۰/۵۴ تا ۱/۰۶ است^(۱۶).

میزان آرتروز (Grade DJD) زانو، بر اساس سیستم نمره‌دهی Kellegren lawrance بیان می‌شود که به ۵ سطح تقسیم‌بندی می‌شود. درجه صفر عدم وجود استئوآرتروز و درجه ۴ بیشترین شدت استئوآرتروز را نشان می‌دهد^(۱۶).

روش جراحی: جراحی در تمام بیماران در حالت خوابیده به پشت و تحت بیهوشی عمومی با تورنیکت انجام شده بود. قبل از عمل جراحی، براساس آسیب بیماران نظیر پارگی منیسک، آسیب غضروفی و علائم بی‌ثباتی معاینات مربوطه انجام شد. سپس با رویکرد آنترومدیال در پروگزیمال تیبیا، فاشیا باز شد و Pes Anserinus واریسی شد و لبه فوقانی Pes Anserinus آزاد شد و چسبندگی MCL سطحی به پروگزیمال تیبیا به صورت ساب پریوستال آزاد شد. سپس با کمک سی.آرم دو عدد پین با فاصله ۳/۵ سانتی‌متر از سطح مفصلی از سمت داخل به

7. insall-blackburn scores

8. Insall-Salvati ratio

در مطالعه حاضر، بیومکانیک مفصل پتلوفمورال قبل و بعد از جراحی بر اساس معیارهای Insall-Blackburn تغییر معناداری از نظر آماری نداشت که در مطالعه عاملی و همکاران نیز نتیجه مشابهی به دست آمده بود^(۲۲).

مقتدایی و همکاران، در یک مطالعه بر روی ۴۳ بیمار که تحت استئوتومی زاویه‌باز پروگزیمال تیبیا قرار گرفته بودند به این نتیجه رسیدند که پس از جراحی نسبت به پیش از عمل جراحی، تغییرات معناداری در شاخص اینسال - سالواتی ایجاد نشده بود^(۲۳).

نتایج این دو مطالعه همسو با مطالعه ما بود و تغییر معناداری در بیومکانیک پتلا مشاهده نشد.

رایت و همکاران، گزارش کردند که طول پتلار تاندون در بیمارانی که به روش پروگزیمال استئوتومی تیبیا درمان شده بودند کاهش داشته است^(۲۴). در مطالعه نویز و همکاران، ۸۰ درصد بیمارانی که تحت استئوتومی زاویه‌باز پروگزیمال تیبیا قرار گرفته بودند دچار کاهش ارتفاع پتلا شدند^(۲۵). تبریزی و همکاران، در مطالعه خود تغییر معناداری در شاخص اینسال - سالواتی چه در بیمارانی که تحت استئوتومی زاویه‌باز و چه در بیمارانی که تحت استئوتومی زاویه‌بسته قرار گرفته بودند مشاهده نکردند^(۲۶). در مطالعه العذب و همکاران، ارتباط معناداری بین اصلاح در مقطع کرونال و تغییرات در مقطع سائیتال و ارتفاع پتلا مشاهده نشد^(۲۷). در مطالعه اخیر نیز مانند مطالعات تبریزی و العذب، تغییر معناداری در بیومکانیک مفصل

نیاز به جراحی مجدد پیدا نکردند. شکستگی داخل مفصلی در هیچیک از بیماران اتفاق نیفتاده بود.

میانگین نمره VAS پس از جراحی به طور معنادار افزایش یافته بود ($p < 0.05$). تغییرات پتلا قبل و بعد از جراحی بر اساس شاخص‌های اینسال و بلکبرن در جدول ۱ درج شده است که از نظر آماری تفاوت معناداری نداشتند ($p > 0.05$).

میانگین اندازه MAD قبل و بعد عمل به ترتیب ($8/90 \pm 3/07^\circ$) و ($0/2 \pm 2/780^\circ$) بود. (واروس مقادیر منفی و والگوس مقادیر مثبت).

میزان آرتروز بر اساس معیارهای Kellegren lawrance در قبل، و بعد از عمل تعیین شد که نتایج آن در جدول ۲ درج شده است

همچنین برای بررسی کندرومالاسی و استئوآرتروز مفصل پتلوفمورال در بیماران، قبل، و پس از عمل تست شراگ انجام شد که در تمام بیماران پیش از جراحی تست منفی بود و پس از جراحی تغییری نداشت.

نتایج

استئوتومی پروگزیمال تیبیا در درمان استئوآرتروز ایزوله کمپارتمان داخلی زانو به ویژه در بیماران جوان رایج است^(۱۹ تا ۱۷). اصلاح محور مکانیکی اندام باعث برداشته شدن بار از کمپارتمان مدیال می‌شود و به غضروف مفصلی فرصت مناسب جهت بازسازی را می‌دهد^(۲۰ و ۲۱).

| جدول ۱ | | | |
|---------------------------|--------------------|--------------------|---------|
| متغیرها | قبل از جراحی | بعد از جراحی | p-value |
| Insall Score | $0/992 \pm 0/357$ | $0/381 \pm 0/994$ | ۰/۲۲۹ |
| Blackburn Score | $0/0175 \pm 0/798$ | $0/0179 \pm 0/799$ | ۰/۳۳۲ |
| سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵ | | | |

| جدول ۲ | | | |
|---------------------------|------------------|------------------|---------|
| متغیر | قبل از جراحی | بعد از جراحی | P-value |
| DJD Grade | $1/07 \pm 0/721$ | $1/12 \pm 0/714$ | ۰/۱۶ |
| سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵ | | | |

در مطالعه‌ی عاملی و همکاران، در سال ۱۳۹۱، در ۱۰٪ بیماران که واروس اولیه داشتند، Grade DJD در طی پی‌گیری یک درجه افزایش پیدا کرده بود، در حالی که ۵۰٪ بیماران مبتلا به واروس ثانویه یک درجه افزایش DJD در طی پی‌گیری داشتند^(۲۲).

نتیجه‌گیری

بر اساس بررسی و نتایج به دست آمده، استئوتومی زاویه‌باز داخلی فوقانی تیبیا (MOWHTO)، روش مناسبی برای اصلاح MAD بدون تغییر معناداری در بیومکانیک کمپارتمان پتلفمورال در پی‌گیری کوتاه مدت بوده است.

منابع

1. Avidan P, Adamson GJ, Miller JR, Durand P Jr, Dawson PA, Pink MM, Lee TQ. The effect of medial opening wedge proximal tibial osteotomy on patellofemoral contact. *Am J Sports Med.* 2013;41(1):80-6.
2. Kawakami H, Sugano N, Yonenobu K, Yoshikawa H, Ochi T, Nakata K, et al. Change in the locus of dynamic loading axis on the knee joint after high tibial osteotomy. *Gait & posture.* 2005;21(3):271-8.
3. Ribeiro CH, Severino NR, Cury RdPL, de Oliveira VM, Avakian R, Ayhara T, et al. A new fixation material for open-wedge tibial osteotomy for genu varum. *The Knee.* 2009;16(5):366-70.
4. Lawrence RC, Felson DT, Helmick CG, Arnold LM, Choi H, Deyo RA, et al. Estimates of the prevalence of arthritis and other rheumatic conditions in the United States: Part II. *Arthritis & Rheumatism.* 2008;58(1):26-35.
5. Heller M, Matziolis G, König C, Taylor W, Hinterwimmer S, Graichen H, et al. Muskuloskelettale Biomechanik des Kniegelenks. *Der Orthopäde.* 2007;36(7):628-34.
6. Agneskirchner JD, Hurschler C, Wrann CD, Lobenhoffer P. The effects of valgus medial opening wedge high tibial osteotomy on articular cartilage pressure of the knee: a biomechanical study. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery.* 2007;23(8):852-61.
7. Sprenger TR, Doerzbacher JF. Tibial osteotomy for the treatment of varus gonarthrosis: survival and failure analysis to twenty-two years. *JBJS.* 2003;85(3):469-74.
8. Hernigou P, Medevielle D, Debeyre J, Goutallier D. Proximal tibial osteotomy for osteoarthritis with varus deformity. A ten to thirteen-year follow-up study. *The Journal of bone and joint surgery American volume.* 1987;69(3):332-54.
9. Block JA, Shakoore N. (2009) The biomechanics of osteoarthritis: implications for therapy. *Curr Rheumatol Rep.*;11(1):15-22.
10. Brandt KD, Dieppe P, Radin E. (2009) Etiopathogenesis of osteoarthritis. *Med Clin North Am.* ;93(1):1-24.
11. Brandt KD, Dieppe P, Radin EL. (2009) Commentary: Is It Useful to Subset "Primary" Osteoarthritis? A Critique Based on Evidence Regarding the Etiopathogenesis of Osteoarthritis. *Semin Arthritis Rheum.* ;39(2):81-95.
12. Messier SP, DeVita P, Cowan RE, Seay J, Young HC, Marsh AP. (2005) Do older adults with knee osteoarthritis place greater loads on the knee during gait? A preliminary study. *Arch Phys Med Rehabil.* ;86(4):703-709.
13. Messier SP, Gutekunst DJ, Davis C, DeVita P. (2005) Weight loss reduces knee-joint loads in overweight and obese older adults with knee osteoarthritis. *Arthritis Rheum.* ;52(7):2026-2032.
14. Bin SI, Kim HJ, Ahn HS, Rim DS, Lee DH. Changes in patellar height after opening wedge and closing wedge high Tibial osteotomy: a meta-analysis. *Arthroscopy.* 2016;32(11):2393-400.
15. LaPrade RF. Editorial commentary: is it the osteotomy that is causing the development of Patellofemoral osteoarthritis or is it the Normal progression of preexisting osteoarthritis? *Arthroscopy.* 2017;33(4):817-8.

16. Frederick M. Azar, MD, James H. Beaty, MD, S. Terry Canale, MD. Knee injuries. Robert H. Miller III, Frederick M. Azar. Campbell's Operative Orthopedics, Philadelphia.elsevier.2017.p2123-2136.
17. Pipino G, Indelli PF, Tigani D, Maffei G, Vaccarisi D. Opening-wedge high tibial osteotomy: A seven-to twelve-year study. *Joints*. 2016;4:6-11.
18. Floerkemeier S, Staubli AE, Schroeter S, Goldhahn S, Lobenhoffer P. Outcome after high tibial open-wedge osteotomy: A retrospective evaluation of 533 patients. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2013;21:170-80.
19. Smith TO, Sexton D, Mitchell P, Hing CB. Opening-or closing-wedged high tibial osteotomy: A meta-analysis of clinical and radiological outcomes. *Knee*. 2011;18:361-8.
20. Kanamiya T, Naito M, Hara M, Yoshimura I. The influences of biomechanical factors on cartilage regeneration after high tibial osteotomy for knees with medial compartment osteoarthritis: Clinical and arthroscopic observations. *Arthroscopy*. 2002;18:725-9.
21. Akizuki S, Yasukawa Y, Takizawa T. Does arthroscopic abrasion arthroplasty promote cartilage regeneration in osteoarthritic knees with eburnation? A prospective study of high tibial osteotomy with abrasion arthroplasty versus high tibial osteotomy alone. *Arthroscopy*. 1997;13:9-17.
22. Jabalameli M, Rahbar M, Radi M, Hadi H. The results of high tibial open wedge osteotomy in patients with varus deformity . *Tehran Univ Med J*. 2013; 71 (4) :216-223.
23. Mehdi Moghtadaei, Babak Otoukesh, Bahram Bodduhi, Keyvan Ahmadi, Ali Yeganeh *Med Arch*. 2016 Jul 27; 70(4): 293-295. Published online 2016 Aug. doi: 10.5455/medarh.2016.70.293-295.
24. Wright J M, Heavrin B, Begg M, Sakyrd G, Sterett W. Observations on patellar height following opening wedge proximal tibial osteotomy. *Am J Knee Surg*. 2001; 14: 163-73.
25. Noyes FR, Mayfield W, Barber-Westin SD, Albright JC, Heckmann TP. Opening wedge high tibial osteotomy: an operative technique and rehabilitation program to decrease complications and promote early union and function. *Am J Sports Med* 2006; 34 (8):1262-73. doi: 10. 1177/0363 546505286144.Epub 2006 Feb 21. PMID: 16493168.
26. Ali Tabrizi, Jafar soleimanpour, Ali Sadighi, Ali Jafari Zare .*Malays Orthop J*. 2013 Mar; 7(1): 7-12. doi: 10.5704/MOJ.1303.009.
27. El-Azab H, Glabgly P, Paul J, Imhoff AB, Hinterwimmer S. Patellar height and posterior tibial slope after open- and closed-wedge high tibial osteotomy: A radiological study on 100 patients. *Am J Sports Med*. 2010;38:323-9.
28. Siew Ghim Gooi, Chloe Xiao Yun Chan, Melvin Kian Loong Tan, Andrew Kean Seng Lim, Kandiah Satkunanantham, James Hoi Po Hui *Indian J Orthop*. 2017 Sep-Oct; 51(5): 545-551. doi: 10.4103/ortho.IJOrtho_214_17.