

بررسی اسلوپ تیبیای خلفی در استئوتومی گوه باز فوقانی تیبیا به روش MCL sparing در بیماران مبتلا به پای پرانتری

چکیده:

مقدمه: پای پرانتری (Genu varum) نوعی تغییر شکل و دفورمیتی زانو است که در این دفورمیتی محور مکانیکی معمولاً به سمت قسمت مدیال مفصل زانو جابه‌جا می‌شود. و اندام تحتانی بیمار به شکل کمان درمی‌آید. یکی از بهترین تکنیک‌ها برای اصلاح پای پرانتری، استئوتومی فوقانی تیبیا، HTO (high tibial osteotomy) است که این روش می‌تواند برخی از شاخص‌ها مانند اسلوپ خلفی تیبیا PTST (posterior tibial slope) و شاخص اینسال-سالواتی، ISI (insall-salvati index) را تغییر دهد.

مواد و روش کار: مطالعه‌ی ما یک مطالعه‌ی مقطعی بود که بر روی بیماران مبتلا به پای پرانتری قبل و بعد از برش مرحله‌ای (step cut) استئوتومی فوقانی تیبیا (Tibia) انجام شد. روش بررسی اسلوپ خلفی تیبیا به این صورت بود که قبل و بعد از عمل تیبیای فوقانی به روش Step Cut- MCL sparing، یک عکس رادیوگرافی ساده در نمای جانبی واقعی (True lateral) از زانوی بیماران مبتلا به پای پرانتری گرفته می‌شد. سپس، زوایا مورد بررسی قرار می‌گرفت. سطح معناداری $p < 0.05$ در نظر گرفته شد.

نتایج: در این مطالعه ۲۱ بیمار شامل ۱۱ مرد و ۱۰ زن شرکت داده شدند. میانگین سنی و انحراف معیار بیماران $36/19 \pm 10/17$ سال بود، میانگین زاویه PTS قبل از عمل $11/48 \pm 1/94$ و بعد از عمل $11/48 \pm 2/15$ درجه بود.

نتیجه‌گیری: در مطالعه حاضر میانگین زاویه PTS بعد از HTO مقداری افزایش یافت ولی این افزایش، تفاوت آماری معناداری را بین زن و مرد نشان نداد. علاوه بر این، نتایج نشان داد که این افزایش میانگین زاویه PTS با سن و شاخص توده بدنی، BMI (Body Mass Index) ارتباط معناداری ندارد. در مطالعه حاضر شاخص ISI قبل و بعد از درمان تفاوت معناداری را نشان نداد.

کلمات کلیدی: استئوتومی، تیبیا، پای پرانتری

دریافت مقاله: ۷ ماه قبل از چاپ؛ پذیرش مقاله: ۲ ماه قبل از چاپ.

دکتر سروش نقدی،^۱ دکتر امیررضا صادقی‌فر،^۱ دکتر محمود کریمی مبارکه،^۲ دکتر محمد شبیبانی،^۳
دکتر سلمان آذرینا،^۴ دکتر پیمان محمدحسینی‌آذر

مقدمه

پای پرانتری نوعی تغییر شکل و دفورمیتی زانو است که در آن محور مکانیکی اندام تحتانی به سمت مرکز زانو حرکت می‌کند، در این دفورمیتی محور مکانیکی معمولاً به سمت قسمت مدیال مفصل زانو جابه‌جا می‌شود و دفورمیتی زانوی بیمار به شکل کمان شکل می‌گیرد. در برخی از بیماران، پای پرانتری در درازمدت باعث آسیب غضروف و اختلالات دژنراتیو در محفظه داخلی مفصل زانو می‌شود^(۱). به دلیل وارد شدن نیروی بیشتر به قسمت داخلی، استئوآرتروز یک یافته بالینی رایج در پای پرانتری است که برای مدت زمان طولانی باقی می‌ماند. درمان پای پرانتری در همه گروه‌های سنی بر اساس شدت و محل دفورمیتی انجام می‌گیرد^(۲-۴). یکی از بهترین درمان‌ها برای اصلاح پای پرانتری، استئوتومی پروگزیمال تیبیا است که در بیماران جوان مبتلا به استئوآرتروز زودرس و تغییرات دژنراتیو مفصل زانو انجام می‌شود. این شیوه به‌ویژه در کمپارتمان داخلی با ناهنجاری‌های واروس^۱ ناشی از درشت نی که باعث پای پرانتری می‌شود، کاربرد دارد^(۵). مهمترین عامل در انتخاب بیماران برای استئوتومی، داشتن قدرت عضلانی و انگیزه کافی برای اجرای برنامه توانبخشی است. اصل راهنما برای اصلاح ناهنجاری در پای پرانتری، انتقال بار به قسمت نسبتاً نرمال زانو برای تسکین علائم و جلوگیری از پیشرفت بیماری است. مطالعات نشان داده‌اند که نتایج استئوتومی فوقانی تیبیا در بیماران مختلف به طور قابل توجهی متفاوت بوده است، اما اتفاق نظر رایج در این زمینه این است که این روش درد را تسکین می‌دهد و عملکرد ماهیچه‌ای را در حدود ۸۰ تا ۹۰ درصد بیماران تا سن ۵ سال و ۵۰ تا ۶۵ درصد تا ۱۰ سال بهبود می‌بخشد^(۶،۷). آگاهی از امکان تغییرات، میزان و کیفیت آنها در مفاصل مجاور و بیومکانیک آنها پس از جراحی می‌تواند راهنمای مناسبی (guideline) برای جراحان ارتوپد باشد تا

۱. بخش ارتوپدی، بیمارستان شهید باهنر، دانشکده پزشکی افضلی پور، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران.
۲. بخش ارتوپدی، بیمارستان شهید مدنی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، ایران.

نویسنده مسئول:

محمد شبیبانی

Email:
sheibani.mohamad@gmail.com

1. Varus.

روش استئوتومی پله‌ای (Step Cut- MCL sparing)

با روش آنترومدیال، پوست و بافت زیرجلدی از لبه خط مفصلی زانو به سمت دیستال باز می‌شود. با نوک انگشت، محل تاندون‌های سمی‌تاندینوس^۹ و گراسیلیس^{۱۰} مشخص و سپس، آپونوروز^{۱۱} فوقانی و تحتانی این فلپ باز می‌شود. از قسمت دیستال به سمت محل اتصال MCL خلفی، نیمه خلفی کورتکس داخلی و کورتکس خلفی تیبیا با آره استراکر^{۱۲} بریده می‌شود که در نتیجه انجام این استئوتومی قسمت خلفی MCL حفظ می‌شود. سپس به صورت طولی از زیر فلپ گاستروکنمیوس^{۱۳} به سمت پروگزیمال تا زیر توپروزیته^{۱۴} تیبیا، فقط کورتکس داخلی تیبیا در نیمه قدامی آن بریده می‌شود. سپس نیمه قدامی کورتکس داخلی تا زیر توپروزیته تیبیا بریده می‌شود و با نیروی والگوس و شکستن کورتکس لترال استئوتومی تکمیل می‌شود. با وارد کردن نوک سوزن‌گیر در محل استئوتومی خلفی (دیستال) مقدار اصلاح تعیین می‌شود. با استفاده از یک قطعه سیم کوتر، که از ASIS به سمت محور تیبیا کشیده شده است، درجه اصلاح تعیین می‌شود و پلاک (آناتومیک یا باترس) به طوری که سه پیچ کانسلوس در پروگزیمال و سه یا چهار پیچ کورتیکال در دیستال پلاک باشد، فیکس می‌شود (شکل ۱).

اسلوپ خلفی تیبیا:

روش بررسی اسلوپ خلفی تیبیا به این صورت بود که قبل و بعد از عمل تیبیای فوقانی به روش Step Cut- MCL sparing، یک عکس رادیوگرافی ساده در نمای جانبی واقعی (True lateral) از زانوی بیمار مبتلا به پای پرانتزی گرفته می‌شد. رادیوگرافی زانوی بیمار باید طوری گرفته می‌شد که کندیل‌های فمور کاملاً در یک راستا قرار گرفته باشند. سپس یک خط مماس بر روی سطح مفصلی فوقانی تیبیا رسم می‌شد و خط دیگر در امتداد محور پشتی استخوان تیبیا و یک خط عمود بر آن کشیده می‌شد. زاویه بین خط عمودی و خط مماس در سطح مفصلی فوقانی تیبیا به عنوان اسلوپ خلفی تیبیا در نظر گرفته می‌شد (شکل ۲). همه اندازه‌گیری‌ها به وسیله ریزدنت ارتوپدی انجام شد.

نسبت طول تاندون کشکک (پاتلا^{۱۵}) به طول خود پاتلا را شاخص یا نسبت Insall-Salvati نامیده‌اند که احتمالاً رایج‌ترین اندازه‌گیری برای تعیین ارتفاع پاتلا است. ناهنجاری‌های توپروزیته تیبیا (مانند بیماری ازگود-شلاتر^{۱۶}، استئوتومی) بر این شاخص تأثیر می‌گذارند و ممکن است در صورت وجود این ناهنجاری‌ها، تکنیک دیگری مورد نیاز باشد^(۱۸،۱۷). محدوده نرمال این شاخص ۰/۸ تا ۱/۲ است.

کل بدن را به عنوان یک واحد در نظر بگیرند و از مزایا و معایب این عمل، عوارض جانبی آن، اثرات آن بر سایر مفاصل و بیومکانیک آنها آگاه شوند^(۸،۷). ثبات زانو عمدتاً توسط ساختارهای رباطی ایجاد می‌شود و اجزای استخوانی نقش کمتری در این زمینه دارند^(۱۰،۹). یکی از ساختارهای استخوانی که به ثبات زانو کمک می‌کند، اسلوپ خلفی تیبیا است^(۱۲،۱۱) که به کشیدگی رباط‌های صلیبی قدامی و خلفی کمک می‌کند^(۱۵،۱۳). اسلوپ تیبیا زاویه‌ای است که از تقاطع یک خط موازی با شیب خلفی و یک خط موازی با محور تیبیا تشکیل می‌شود. Dejour و Bonnin در مطالعه خود رابطه بین اسلوپ خلفی تیبیا (PTS) و افزایش ترنسلیشن^۳ قدامی تیبیا را اندازه‌گیری کردند و عنوان کردند که به ازای هر ۱۰ درجه افزایش در PTS، رابطه مستقیم و مثبتی در افزایش ترنسلیشن تیبیا وجود دارد^(۱۶). اهمیت PTS در چندین جنبه از جمله افزایش خطر پارگی رباط صلیبی قدامی (ACL^۴) بررسی شده بود، در حالی که بر اساس دانش ما این اولین مطالعه‌ای است که PTS را در استئوتومی فوقانی تیبیا در بیماران تحت درمان با HTO^۵ به روش MCL sparing^۶ بررسی می‌کند.

مواد و روش کار

مطالعه ما یک مطالعه مقطعی بود. بیماران مبتلا به پای پرانتزی و دارای درد شدید و ناتوانی ناشی از استئوآرتریت که مانع عملکرد نرمال بیمار شود، بیماران دارای شواهد استئوآرتریت ناشی از واریوس در کمپارتمان مدیال در ارزیابی رادیوگرافیک و بیماران همکار و مشتاق در برنامه بازتوانی بعد از عمل کسانی بودند که معیارهای ورود به مطالعه را داشتند. معیارهای خروج از مطالعه عبارت بود از سن بالای ۶۰ سال، BMI^۷ بالای ۳۳، تخریب غضروف مفصلی کمپارتمان لترال، Flexion contracture بیش از ۱۵ درجه و ROM^۸ کمتر از ۱۰۰ درجه.

بر اساس این معیارها، ۱۷ بیمار با ۲۱ اندام درگیر وارد مطالعه شدند. اطلاعات دموگرافیک بیماران از طریق مصاحبه با بیماران و همچنین پرونده بالینی پزشکی آنها جمع‌آوری شد. برای همه بیماران از یک تکنیک جراحی مشابه و یکسان شامل استئوتومی پروگزیمال تیبیا و فیکساسیون با پیچ و پلاک استفاده شد. ما در این مطالعه از روش استئوتومی فوقانی تیبیا با روش MCL sparing جهت دفورمیتی پای پرانتزی استفاده کردیم. هدف اصلی از این روش اصلاح دفورمیتی و حفظ طول طبیعی اندام است.

9. Semitendinosus.

10. Gracilis.

11. Aponeurosis.

12. Strucker.

13. Gastrocnemius.

14. Tuberosity.

15. Patella.

16. Osgood-Schlatter.

2. Posterior Tibial Slope (PTS).

3. Translation.

4. Anterior Cruciate Ligament (ACL).

5. High Tibial Osteotomy (HTO).

6. Medial Collateral Ligament (MCL).

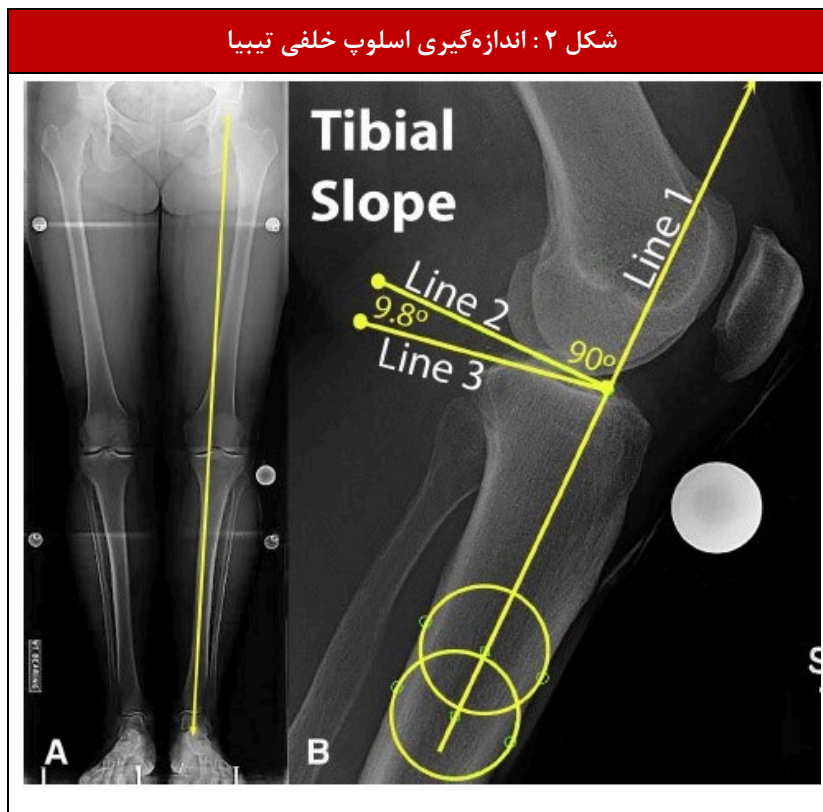
7. Body Mass Index (BMI).

8. Range of Motion (ROM).

شکل ۱: Step cut HTO (برش پلکانی)



شکل ۲: اندازه‌گیری اسلوپ خلفی تیبیا



جدول شماره ۱: مشخصات دموگرافیک و مشخصات زاویه‌ی اسلوپ

	Range(min-max)	Mean± SD
Age	21-55	36.19 ± 10.17
BMI ¹	19.1-32.1	25.83± 3.58
mLDFA ² (degree)	80-92	89 ±2.64
Slope_Pre OP (degree)	8-15	11.48 ± 1.94
Slope_Post OP (degree)	8.3-17	11.52 ± 2.15
Insall-Salvati_ratio_pre	0.7-1.2	0.92 ± 0.13
Insall-Salvati_ratio-post	0.6-1.1	0.90 ± 0.13
MPTA ³ Pre OP (degree)	77-82	81 ± 1.24
MPTA ³ Post OP (degree)	87-89	88.2 ± 0.23

1. Body Mass Index (BMI).
2. Mechanical Lateral Distal Femoral Angle (mLDFA).
3. Medial proximal tibia angle (MPTA)

جدول شماره ۲: رابطه بین نسبت «delta-insall»، «delta-slope» و «جنسیت»

	N	Mean Rank	p-value
Delta_Insall	Female	11	10.73
	Male	10	11.30
	Negative Ranks	7 ^a	10.07
	Positive Ranks	9 ^b	7.28
Delta_Slope	Female	11	9.86
	Male	10	12.25
	Negative Ranks	9 ^d	10.17
	Positive Ranks	8 ^e	7.69

جدول شماره ۳: رابطه بین متغیرهای دموگرافیک و زاویه

		Age	BMI
Delta-insall	Correlation Coefficient	-0.349	-0.317
	p-value	0.121	0.161
Delta-slope	Correlation Coefficient	0.301	-0.063
	p-value	0.185	0.787

متغیر mLDFA¹⁷ و اسلوپ قبل از عمل توزیع نرمال و سایر متغیرها توزیع غیرنرمال داشتند، بنابراین در مقایسه بین متغیرها از هر دو نوع آزمون‌های پارامتریک و غیر پارامتریک استفاده شد. مقایسه میانگین نمره‌ها قبل و بعد از عمل جراحی انجام شد. نتایج تجزیه و تحلیل آزمون‌های آماری با توجه به سطح معناداری $p < 0.05$ نشان داد که میانگین نمره دو متغیر Slope و insall قبل و بعد از عمل، تفاوت آماری معناداری را نشان نداده است (جدول شماره ۱). به عبارتی دیگر مداخله جراحی در افزایش یا کاهش میزان این متغیرها تأثیر معناداری نداشت.

نتایج تجزیه و تحلیل آزمون آماری غیرپارامتریک من‌ویتنی با توجه به سطح معناداری $p < 0.05$ نشان داد که متغیر Slope دارای $p = 0.0368$

آنالیز آماری: داده‌ها از جهت نرمال بودن مورد بررسی قرار گرفتند، در صورت نرمال بودن از آزمون‌های پارامتریک و در صورت نرمال نبودن از آزمون‌های غیرپارامتریک استفاده شد. ما در این مطالعه از آزمون‌های آماری تی زوجی، ویلکاکسون، اسپیرمن و من‌ویتنی جهت آنالیز داده‌ها استفاده کردیم. در همه تجزیه و تحلیل‌ها $p < 0.05$ به عنوان سطح معناداری در نظر گرفته شد.

نتایج

در این مطالعه مقطعی ۲۱ بیمار شامل ۱۱ مرد و ۱۰ زن با میانگین سنی 36.19 ± 10.17 سال شرکت داده شده‌اند. نتایج آزمون آماری کولموگروف اسمیرنوف نشان داد که در سطح معناداری $p < 0.05$ دو

17. Mechanical Lateral Distal Femoral Angle (mLDFA).

در مطالعه‌ای که در سال ۲۰۱۴ بر روی مدل‌های جسد انجام شد، برخی از عوامل حین عمل که می‌توانستند بر نتیجه جراحی تأثیرگذار باشند، مانند درجه PTS در طول عمل HTO، ارزیابی شد که نتایج این مطالعه نشان داد میانگین PTS برابر $2/7 \pm 3/9$ درجه بوده و از دامنه ۴- تا ۱۷ درجه متفاوت بوده است^(۲۳). در یک متآنالیز که شامل بیست و هفت مطالعه بود نتایج نشان داد که PTS بعد از open-wedge HTO به طور میانگین، $2/0 \pm 2$ درجه افزایش ($P=0/05$)، و بعد از close wedge HTO به طور میانگین $2/35 \pm 2$ درجه کاهش ($p<0/001$) پیدا کرده است^(۲۴).

تغییرات PTS مسئول ایجاد تغییرات در بیومکانیک زانو هستند. افزایش translation قدامی تیبیا و افزایش کشیدگی در ACL نتیجه افزایش PTS پس از open-wedge HTO است، در عوض افزایش translation خلفی تیبیا و افزایش کشیدگی در PCL نتیجه مستقیم کاهش PTS است^(۲۵) که این نتایج با نتایج مطالعه ما همسو می‌باشد.

در مطالعه‌ای که بر روی ۳۹ زن و ۸ مرد انجام شد، نتایج نشان داد که هیچ ارتباط آماری معناداری بین واروس قبل از عمل و تغییرات اسلپ خلفی تیبیا پس از عمل جراحی وجود ندارد ($p=0/226$)، که با نتایج حاصل از مطالعه ما در این زمینه همسو می‌باشد^(۲۶).

در مطالعه حاضر، شاخص Insall-Salvati تفاوت آماری معنی‌داری را قبل و بعد از درمان نشان نداده است، این به این معنی است که ارتفاع پاتلا تغییر قابل توجهی نداشته است. همچنین هیچ موردی از آلتا^{۱۸} پاتلا یا باجا^{۱۹} پاتلا در این مطالعه نداشتیم.

در مطالعه‌ای که در سال ۲۰۰۹ بر روی ۲۹ بیمار با شاخص ژنواروم انجام شد و شاخص اینسال-سالواتی (ISI) مورد بررسی قرار گرفت، نتایج نشان داد که تغییر آماری معنی‌داری در ISI وجود نداشته است^(۲۷). این یافته با مطالعه ما از این نظر همسو است و علاوه بر این، ما در این مطالعه نشان دادیم که delta IS هیچ ارتباطی با سن و BMI ندارد که این موارد قبلاً در هیچ مطالعه‌ای بررسی نشده بود.

نتیجه‌گیری

در این مطالعه ما تغییرات PTS را قبل و بعد از عمل، و همچنین مقدار ISI را در استئوتومی گوه باز فوقانی تیبیا به روش step cut (mcl sparing) مورد بررسی قرار دادیم. نتایج نشان داد که اگرچه step cut HTO میانگین PTS را افزایش داده است ولی این نتایج از نظر آماری معنادار نبوده و همچنین با سن و BMI ارتباط آماری معنادار نشان نداده است. با توجه به محدود بودن مطالعه انجام شده در زمینه تأثیر HTO در پای پرانتری، تحقیقات بیشتر در این زمینه برای ارزیابی بهتر پارامترهای ذکر شده در این مطالعه توصیه می‌شود.

بوده است که این مقدار از سطح معناداری $0/05$ بیشتر بود. بنابراین تفاوت آماری معنی‌داری بین مرد و زن در میزان تغییرات Slope بعد از عمل جراحی مشاهده نشد. مشابه این تغییرات در متغیر insall نیز که دارای $p=0/82$ بوده است مشاهده شد که این مقدار نیز از سطح معناداری $0/05$ بیشتر بود. به این ترتیب تفاوت آماری معناداری بین زن و مرد در مقدار میانگین این متغیر نیز مشاهده نشد (جدول شماره ۲).

تجزیه و تحلیل رابطه بین متغیرها با استفاده از آزمون آماری اسپیرمن در سطح معناداری $p<0/05$ نشان داد که رابطه بین Delta-slop و سن دارای $p=0/185$ است که این مقدار نیز از سطح معناداری $0/05$ بیشتر بود، بنابراین می‌توان گفت که تغییرات insall متأثر از سن نیست و در همه گروه‌های سنی به طور مشابهی تغییر کرده است. مشابه این بررسی برای متغیر BMI نتایج نشان داد که $p=0.78$ است و در نتیجه BMI تأثیری روی اسلپ بعد از جراحی ندارد و رابطه بین delta-slope با سن و BMI مشابه بوده است (جدول شماره ۳).

بحث و بررسی

بهترین درمان برای بیماران جوان و میانسال فعال مبتلا به پای پرانتری پیشرونده و علامت‌دار و استئوآرتروز خفیف تا متوسط، که منجر به کاهش بار وارد شده به کمپارتمان داخلی در مفصل زانو می‌شود^(۱۹،۲۰)، اصلاح ژنواروم، زاویه هیپ-زانو-میچ پا و جلوگیری از پیشرفت تخریب قسمت داخلی مفصل زانو است که همانا هدف اصلی استئوتومی فوقانی تیبیا می‌باشد^(۱۹). یکی از مهم‌ترین عواملی که بیومکانیک و عملکرد مفصل زانو و رباط‌های صلیبی را تحت تأثیر قرار می‌دهد، اسلپ خلفی تیبیا است که ما در این مطالعه آن را مورد ارزیابی قرار دادیم^(۳۱).

در این مطالعه ما به بررسی HTO (MCL sparing) Step cut در بیماران مبتلا به پای پرانتری پرداختیم که طبق دانش ما و بر اساس بررسی‌های انجام شده در پایگاه‌های اطلاعاتی جهانی، نخستین پژوهش در جهان است که تغییرات درجات و نسبت‌ها را در این روش درمانی اندازه‌گیری می‌کند.

در مطالعه‌ای که در ایران روی ۴۳۱ نفر بدون داشتن سابقه مشکل قبلی زانو انجام شد، میانگین PTS برابر $9/3 \pm 1/40$ درجه بود^(۳۲). در مطالعه مشابه دیگری بر روی ۱۰۸ نفر در تهران، میانگین PTS برابر $9/1 \pm 4/8$ درجه بود و سن و جنسیت با PTS ارتباط آماری معنی‌داری نداشتند^(۳۱).

در مطالعه حاضر نتایج نشان داد که رابطه آماری معنی‌داری بین PTS با سن و جنس وجود ندارد. همچنین، میانگین PTS قبل از جراحی $11/1 \pm 48/94$ درجه بود که بیشتر از جمعیت عادی است.

در مطالعه ما، PTS بعد از HTO افزایش یافت که این افزایش بین مردان و زنان تفاوت آماری معنی‌داری نداشت. علاوه بر این، نشان دادیم که این افزایش با سن و BMI نیز ارتباط معنی‌داری ندارد.

18. alta.

19. Baja.

منابع

- Fulkerson JP, Gossling HR. Anatomy of the knee joint lateral retinaculum. *Clin Orthop Relat Res.* 1980;153:183-8. PMID: 7449213.
- Nazem K, Fouladi A, Chinigarzadeh M. Double tibial osteotomy for bow leg patients: A case series. *J Res Med Sci.* 2013;18(12):1092-6. PMID: 24523802 PMCID: PMC3908532.
- Sharma L, Song J, Felson DT, Cahue S, Shamiyeh E, Dunlop DD. The role of knee alignment in disease progression and functional decline in knee osteoarthritis. *JAMA.* 2001;286(2):188-95. DOI: 10.1001/jama.286.2.188. PMID: 11448282
- Moghtadaei M, Otoukesh B, Boddahi B, Ahmadi K, Yeganeh A. Evaluation of patellar position before and after medial opening wedge high tibial osteotomy: Radiographic and computed tomography findings. *Med Arch.* 2016;70(4): 293-5. doi: 10.5455/medarh.2016.70.293-295. PMID: 27703292 PMCID: PMC5034988.
- Yeganeh A, Otoukesh B, Kaghazian P, Yeganeh N, Boddahi B, Moghtadaei M. Evaluation of the etiologies of implant fracture in patients with fractures of the implants of lower limbs' long bones. *Med Arch.* 2015;69(6):405-8. DOI: 10.5455/medarh.2015.69.405-408. PMID: 26843735 PMCID: PMC4720456.
- Zhang HN, Zhang J, Lv CY, Leng P, Wang YZ, Wang XD, et al. Modified biplanar open-wedge high tibial osteotomy with rigid locking plate to treat varus knee. *J Zhejiang Univ Sci B.* 2009;10(9):689-95. doi: 10.1631/jzus.B0920095. PMID: 19735102 PMCID: PMC2738839.
- Kettelkamp D, Wenger D, Chao E, Thompson C. Results of proximal tibial osteotomy. The effects of tibiofemoral angle, stance-phase flexion-extension, and medial-plateau force. *J Bone Joint Surg Am.* 1976;58(7):952-60. PMID: 977627.
- Drobny L, Preiss S, Harder L, von Knoch F. Medial knee osteoarthritis with juxta-articular tibial varus deformity: Combined single condylar knee arthroplasty with open high tibial osteotomy. *Orthopade.* 2015;44(8):595-8. doi: 10.1007/s00132-015-3127-7. PMID: 26113485.
- Butler D, Noyes F, Grood E. Ligamentous restraints to anterior-posterior drawer in the human knee. *J Bone Joint Surg Am.* 1980;62(2):259-70. PMID: 7358757.
- Waelchli B, Romero J. Dislocation of the polyethylene inlay due to anterior tibial slope in revision total knee arthroplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2001;9(5):296-8. doi: 10.1007/s001670100203. PMID: 11685361.
- Grood ES, Suntay WJ, Noyes FR, Butler D. Biomechanics of the knee-extension exercise. Effect of cutting the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Am.* 1984;66(5):725-34. PMID: 6725319.
- Sullivan D, Levy I, Sheskier S, Torzilli P, Warren R. Medial restraints to anterior-posterior motion of the knee. *J Bone Joint Surg Am.* 1984;66(6):930-6. doi: 10.2106/00004623-198466060-00015. PMID: 6736094.
- Hohmann E, Bryant A, Imhoff AB. The effect of closed wedge high tibial osteotomy on tibial slope: a radiographic study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2006;14(5):454-9. doi: 10.1007/s00167-005-0700-3. PMID: 16292683.
- Noyes FR, Goebel SX, West J. Opening wedge tibial osteotomy: the 3-triangle method to correct axial alignment and tibial slope. *Am J Sports Med.* 2005;33(3):378-87. doi: 10.1177/0363546504269034. PMID: 15716253.
- Çullu E, Aydoğdu S, Alparlan B, Sur H. Tibial slope changes following dome-type high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2005;13(1):38-43. doi: 10.1007/s00167-004-0501-0. PMID: 15045163.
- Dejour H, Bonnin M. Tibial translation after anterior cruciate ligament rupture. Two radiological tests compared. *T J Bone Joint Surg Br.* 1994;76(5):745-9. PMID: 8083263.
- Scott WN. *Insall & Scott surgery of the knee E-book: Elsevier Health Sciences;* 2011.
- Meininger A. *Understanding the Patellofemoral Joint: From Instability to Arthroplasty; J Am Acad Orthop Surg;* 2014;22(3):175-82 DOI: 10.5435/JAAOS-22-03-175 PMID: 24603827.
- Amendola A, Bonasia DE. Results of high tibial osteotomy: review of the literature. *Int Orthop.* 2010;34(2):155-60 .DOI: 10.1007/s00264-009-0889-8 PMID: 19838706 PMCID: PMC2899364.
- Pourfeiz HH, Soleimanpour J, Sales JG, Taleb H, Tabrizi A. Comparison of the short time outcomes of geno varum correcting surgery between the open wedge and dome shape high tibial osteotomies. *Med J Tabriz Uni Med Sci.* 2014;35(6):32-7.
- Hosseinzadeh HR, Zandi R, Kazemi SM, Qorashi SM, Shahi S, Safdari F, et al. Measurement of Posterior Tibial Slope (A Crossâ " Sectional Study in Tehran). *Iranian J Orthoped Sur.* 2020;9(2):61-4. DOI: 10.22034/ijos.2020.121030.
- Karimi, E., Norouzian, M., Birjandinejad, A., Zandi, R., & Makhmalbaf, H. (2017). Measurement of posterior tibial slope using magnetic resonance imaging. *Archives of Bone and Joint Surgery,* 5(6), 435-ij
- Jacobi M, Villa V, Reischl N, Demey G, Goy D, Neyret P, et al. Factors influencing posterior tibial slope and tibial rotation in opening wedge high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015;23(9):2762-8 DOI: 10.1007/s00167-014-3100-8 . PMID: 24912576.
- Nha K-W, Kim H-J, Ahn H-S, Lee D-H. Change in Posterior Tibial Slope After Open-Wedge and Closed-Wedge High Tibial Osteotomy: A Meta-analysis. *Am J Sports Med.* 2016;44(11):3006- 3013. DOI: 10.1177/0363546515626172 PMID: 26872893.
- Petrigliano FA, Suero EM, Voos JE, Pearle AD, Allen AA. The effect of proximal tibial slope on dynamic stability testing of the posterior cruciate ligament-and posterolateral corner-deficient knee. *Am J Sports Med.* 2012;40(6):1322-8 .DOI: 10.1177/0363546512439180 PMID: 22427622.
- Dragosloveanu S, Cristea S, Dragosloveanu C. The effect of high tibial osteotomy on the posterior tibial slope. *Maedica (Bucur).* 2014;9(2):173-8 .PMID: 25705274 PMCID: PMC4296761.
- Schiedel F, Probst A, Buller TC, Rödl R. The postoperative patella height: a comparison of additive and subtractive high tibial osteotomy in correcting the genu varum. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2009;129(9):1271-7 .DOI: 10.1007/s00402-009-0824-x PMID: 19194717.