مجله دانشکده پزشکی
دانشگاه علوم پزشکی تهران
سال ۶۲، شماره ۳، صفحات ۲۰۴ تا ۲۱۰ ، (۱۳۸۳)

بررسی مسیر حرکتی استخوان کشکک در زوایای متوالی دامنه حرکتی زانو دربیماران مبتلا به جابجایی خارجی استخوان کشکک و افراد سالم

دکتر شاهین گوهرپی (دکترای فیزیوتراپی)*، دکتر محمود جبل عاملی (استادیار)**- دکتر حسین کریمی (استادیار)*، دکتر همایون هادیزاده‌خرازی (استادیار)***، دکتر اسماعیل ابراهیمی تکامجانی (دانشیار)*
* عضو هیئت علمی دانشکده توانبخشی، گروه فیزیوتراپی، دانشگاه علوم پزشکی ایران
** عضو هیئت علمی، گروه ارتوپدی، دانشگاه علوم پزشکی ایران
*** عضو هیئت علمی، گروه رادیولوژی، دانشگاه علوم پزشکی ایران

چکیده

مقدمه: اختلالات مفصل پاتلوفمورال یکی از شایعترین علل مراجعه بیماران به درمانگاههای ارتوپدی و فیزیوتراپی بوده که عمدتاً با درد قدامی زانو مطرح می‌باشند. یکی از علل ایجاد کننده درد قدامی زانو، جابجایی خارجی کشکک ناشی از ضعف عضله پهن مایل داخلی و یا کوتاهی ساختارهای خارجی مانند رتیناکولوم خارجی ویا ایلیوتیبیال باند می‌باشد. برای ارزیابی و تشخیص دقیق این ضایعه نیاز به بررسی‌های پاراکلینیک مانند رادیوگرافی ساده، سی‌تی‌اسکن و یا MRI می‌باشد. اشکال رادیوگرافی ساده دراین بوده که فقط قادر به نمایش دادن وضعیت استخوان کشکک نسبت به ناودان بین کندیلی استخوان ران دریک زاویه و دریک تصویر است. امروزه با پیشرفت سیستمهای MRI تصویر برداری در زوایای مختلف دامنه حرکتی تحت عنوان MRI کینماتیک توسعه یافته که می‌تواند موقعیت استخوان کشکک را نسبت به استخوان ران در زوایای متوالی نشان دهد. هدف از این تحقیق بررسی وضعیت استخوان کشکک توسط MRI کینماتیک در ۵ زاویه متوالی (٤٠، ۳۰، ۲۰، ۱۰ وصفر درجه) ازدامنه حرکتی مفصل زانو دربیماران مبتلا به جابجایی خارجی استخوان کشکک می‌باشد.

مواد و روشها: این بررسی برروی ۱۰ فرد سالم و ۳۰ بیمار مبتلا به جابجایی خارجی کشکک انجام شده است.

یافته‌ها و نتیجه گیری: نتایج نشان داد درگروه بیماران، استخوان کشکک بیشترین ثبات را درزاویه ٤٠ درجه فلکسیون داشته و باکاهش دامنه حرکتی به سوی اکستانسیون کامل ، کشکک به سوی خارج جابجا شده وبیشترین بی ثباتی را درزوایای صفر تا ۲۰ درجه دارد .

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-17]

مقدمه

ازمهم‌ترین علل درد مفصل پاتلوفمورال، اختلال حرکت مناسب استخوان کشکک درراستای اصلی خود می‌باشد که عمدتاً ناشی از عدم تعادل بین قدرت عضلات ثبات دهنده داخلی وخارجی آن است (۱،۲). با توجه به شکل استخوانی ناودان تروکله آ [1] ران، استخوان کشکک در یک مسیر منحنی با تقعر رو به خارج حرکت می‌کند. بطوریکه در اکستانسیون کامل، کشکک درسمت خارج قرار گرفته وبا شروع خم شدن مفصل زانو به سوی داخل میرود. در ۹۰ درجه فلکسیون درسمت داخل قرار داشته و تا ۱۳۵ درجه فلکسیون مجدداً به سوی خارج حرکت میکند (۳). اگر استخوان کشکک دراین مسیر حرکت کند اصطلاحاً دارای Tracking طبیعی می‌باشد، در غیراینصورت دچار Mal Tracking شده است (۳).

یکی از سندرم‌های بسیار دردناک درمفصل پاتلوفمورال سندرم فشار بیش از حد فاست خارجی [2] کشکک است که در آن استخوان کشکک به علت دینامیکی (مانند ضعف عضله پهن مایل داخلی) و یا علل ساختاری (مانند کوتاهی رتیناکولوم خارجی یا کوتاهی ایلیوتیبیال باند) به سوی خارج کشیده شده ودرطول دامنه حرکتی به کندیل خارجی استخوان ران برخورد کرده وبه مرور زمان بدنبال بروز تغییرات تخریبی درغضروف زیر کشکک درد ایجاد می‌گردد. (٤) درواقع استخوان کشکک دچار جابجایی خارجی [3] شده است. برای تشخیص جابجایی خارجی کشکک از نماهای استاندارد رادیوگرافی ساده مانند Merchant، Laurin ویا Hughston استفاده می‌شود. این نوع از رادیوگرافی قادر به نمایش دادن وضعیت استخوان کشکک نسبت به ناودان تروکله آران دریک زاویه از دامنه حرکتی می‌باشد. ایراد اصلی بر رادیوگرافی ساده در این است که قادر به نمایش دادن وضعیت استخوان کشکک نسبت به ناودان تروکله آ ران درطول دامنه حرکتی مفصل زانو نمی باشد (٥) از سال ۱۹۹۸ با پیشرفت تجهیزات MRI، بررسی وضعیت استخوان کشکک ومسیر حرکتی آن در داخل ناودان تروکله آغاز گردید (٦). مزیت این روش عدم استفاده ازاشعه یونیزان وتصویربرداری متوالی در مقاطع چند گانه بوده که درکل قادر به نشان دادن Tracking استخوان کشکک می‌باشد. چون استخوان کشکک بعداز زاویه ٤٠ درجه فلکسیون وارد ناودان تروکله آران شده وبا افزایش دامنه حرکتی درعمق این ناودان قرار می‌گیرد، دارای ثبات بیشتری می‌گردد، (۳) لذا تصویر برداری از زاویه ٤٠ تا ۱۳۵ درجه فلکسیون دارای ارزش زیادی نمی باشد. اما در زوایای اولیه خصوصاً درزاویه صفر تا ۳۰ درجه که برای مفصل پاتلوفمورال زاویه بحرانی [4] خوانده می‌شود، به علت اینکه استخوان کشکک از ناودان تروکله آ بیرون می‌آید، بی ثبات شده وتحت تأثیر نیروهای وارد بر آن خصوصاً بردار خارجی زاویه Q قرار گرفته وبه سوی خارج کشیده می‌شود (۷). به همین دلیل می‌بایست تصویربرداری در زوایای اولیه از دامنه حرکتی مفصل زانو که استخوان کشکک دربی ثبات ترین وضعیت خود می‌باشد، انجام گیرد و از روی تصاویر حاصله، شاخصهای زاویه پاتلوفمورال خارجی، زاویه Tilt خارجی ومیزان جابجایی خارجی کشکک اندازه گیری شود (۸).

مواد و روش‌ها

این مطالعه از نوع شبه تجربی وکاربردی برروی ۱۰ فرد سالم و ۳۰ فردبیمارمبتلا به جابجایی خارجی استخوان کشکک درمحدوده سنی ۳۰–۱۸ سال (٤/۳ ± ۲۳/۸) و دارای وزن ٦۱/۳۷±۹/۹٤ وقد ۱۷۱/۱۳±٥/۷٥ انجام شده است. هیچکدام از شرکت کنندگان دراین بررسی سابقه فعالیت ورزشی حرفه ای، ضایعات عصبی–عضلانی اندام تحتانی، سابقه جراحی مفصل زانو ویا دررفتگی حاد استخوان کشکک نداشته‌اند.

با توجه به اینکه بیومکانیک مفصل پاتلوفمورال وراستای حرکتی استخوان کشکک درهر دوجنس یکسان است (۹،۱۰)

[1] Trochlear groove
[2] Lateral Facet Hyper Pressure Syndrome
[3] Lateralization
[4] Critical Angle

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-17]

لذا در این بررسی نیز از هر دو جنس شرکت داشته اند (در گروه افراد سالم ٦ مرد و٤ زن ودرگروه بیماران ١٣ مرد و١٧ زن).

معیار انتخاب بیماران عبارت بوده از:

١- وجود درد درسمت خارجی کشکک که حداقل در دو فعالیت از مجموعه فعالیتهای زیر درد تشدید گردد : چمباتمه زدن، دو زانو نشستن، از پله بالا و پایین رفتن، انقباض ایزومتریک حداکثر عضله چهارسر رانی ونشستن طولانی مدت.

٢- وجود Tilt خارجی استخوان کشکک درنمای Laurin. فرد سالم به کسی گفته می‌شد که هیچگونه دردی با انجام تستهای اختصاصی مفصل پاتلوفمورال نداشته ورادیوگرافی Laurin نیز حاکی از عدم وجود Tilt درکشکک بوده است.

برای انجام MRI کینماتیک یک وسیله کاملاً غیر فلزی[1] از جنس پلاستیک، چرم و چوب طراحی و ساخته شد و درسمت خارج آن یک گونیامتر چوبی جهت بررسی زاویه مفصل زانو تعبیه گردید. پس از خوابیدن بیمار دروضعیت Supine برروی تخت اسکنر دستگاه MRI، اندام تحتانی طوری برروی این وسیله قرار می‌گرفت که مرکز مفصل زانو منطبق برمرکز آن بوده، استخوان ران توسط دو باند ولکرو واستخوان ساق توسط یک باند ولکرو به آن ثابت می‌گردید. جهت تشدید جابجایی خارجی استخوان کشکک یک کیسه وزنه شنی یک کیلوگرمی برروی انتهای پایینی ساق پا بسته شده تا انقباض عضله چهارسررانی در برابر نیروی خارجی اعمال شده وبهتر بتواند استخوان کشکک را به سوی خارج جابجا نماید. روش کار مطابق با روش Shellock و Powers وبصورت وضعیت دهی غیر فعال همراه با انقباض ارادی عضله چهارسررانی بوده است (٦،١١،١٢،١٣).

پارامترهای سیستم MRI جهت تصویربرداری بدین قراربوده اند : شدت میدان ١/٥ تسلا، فرکانس ٦٤ مگاهرتز، تصاویر Plan Axial، TR = 9/3 و TE = 4/5 میلی ثانیه، ضخامت هر مقطع ٧ میلی متر، میدان دید ٣٨ سانتی متر، Flip Angle ٣٠ درجه، ماتریس ١٢٨ ×١٦٠، فاصله بین مقاطع ٠/٧ میلی متر وتعداد تصاویر درهر مقطع ٦ عدد (١٢).

پس از تصویربرداری از روی تصاویر MRI، زوایای پاتلوفمورال خارجی وتیلت خارجی (Passive Positioning) (میزان جابجایی خارجی کشکک (Lateral Patellofemoral Angle) و زاویه ناودانی (Sulcus Angle) اندازه گیری گردید. مقادیر طبیعی شاخصهای فوق عبارتند از : زاویه پاتلوفمورال خارجی ٢٦-١٤ درجه، زاویه تیلت خارجی ٥-٠ درجه، میزان جابجایی خارجی کشکک ٢-٠ میلی متر وزاویه ناودانی ١٤٧-١٣٠ درجه (٨،١٤،١٥).

یافته‌ها

متغیرهای اصلی دراین بررسی زوایای پاتلوفمورال خارجی وتیلت خارجی کشکک، میزان جابجایی خارجی کشکک وزاویه ناودانی بوده که در دو گروه افراد سالم وبیماران مبتلا به جابجایی خارجی استخوان کشکک توسط MRI کینماتیک اندازه گیری شده است. آزمونهای آماری شامل محاسبه شاخصهای تمایل مرکزی وپراکندگی متغیرها،و آزمون T مستقل جهت مقایسه متغیرها دربین دو گروه بوده است. آزمون K- S(Kolmogrov–Smirnov) نیز نشان داد که توزیع متغیرها منطبق با توزیع نظری نرمال بوده است .

در جدول شماره ١ مقدار متغیر زاویه پاتلوفمورال خارجی درافراد سالم و بیمار و در پنج زاویه متوالی از دامنه حرکتی زانو آورده شده است .

جدول شماره ٢ مقدار زاویه Tilt اندازه گیری شده از روی تصاویر MRI را در افراد سالم و بیماران مبتلا به جابجایی خارجی کشکک در پنج زاویه متوالی از دامنه حرکتی زانو نشان میدهد.

درجدول شماره ٣ میزان جابجایی خارجی کشکک در افراد سالم و بیماران و در پنج زاویه متوالی از دامنه حرکتی زانو آورده شده است.

[1] Non ferromagnetic

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-17]

جدول شماره ٤ مقدار زاویه ناودانی را در افراد سالم و بیماران مبتلا به جابجایی خارجی کشکک در پنج زاویه متوالی از دامنه حرکتی زانو نشان میدهد.

جدول شماره ٥ نمایانگر نتایج حاصل از فرضیه HO مبنی بر یکسان بودن میانگین شاخصهای پاتلوفمورال خارجی، تیلت خارجی، جابجایی خارجی کشکک وزاویه ناودانی در بین دوگروه در پنج زاویه متوالی از دامنه حرکتی زانو می‌باشد (α = ۰/۰٥).

جدول شماره ۱- میانگین زاویه پاتلوفمورال خارجی درافراد سالم و بیمار و در پنج زاویه متوالی از دامنه حرکتی مفصل زانو

LPFA ANGLE	٤۰	۳۰	۲۰	۱۰	۰
سالم	۱٥/٦±۰/۹٦	۱٤/۸±۱/۸۱	۱٤/۸±۱/٦۲	۱٤/۱±۱/۲۸	۱۲/٥±۱/٥۱
بیمار	۱٤/۹٦±۳/۲۳	۱۳/۹٦±۲/۸٥	۱۱/۹±۲/۸٤	۱۰±٤/۲	۷/۷±٤/۱٦

جدول شماره ۲- مقدار متوسط زاویه Tilt استخوان کشکک در افراد سالم و بیماران مبتلا به جابجایی خارجی کشکک در پنج زاویه متوالی از دامنه حرکتی مفصل زانو

TILT ANGLE	٤۰	۳۰	۲۰	۱۰	۰
سالم	۱/۲±./۷۸	۱/٤±./٦۹	۱/۹±./۷۳	۲/۲±./۹۲	۳/۱±۱/٥۲
بیمار	۱۱/۳±۳/٥۳	۱۱/٦±۳/٤۳	۱٤/۲٦±٤/٥۸	۱٤/۹±٥/۰۲	۱٦/٤±٦/۲٥

جدول شماره ۳- میزان جابجایی خارجی کشکک در افراد سالم و بیمار و در پنج زاویه متوالی از دامنه حرکتی مفصل زانو (بر حسب میلی متر)

DISPLACEMENT	٤۰	۳۰	۲۰	۱۰	۰
سالم	۰/٤±۰/۸٤	۰/۹±۰/۸۷	۱/۷±۰/۸۲	۱/٦±۰/٦۹	۲/۳±۰/٦۷
بیمار	۲/٦۱±۲/٥۹	۳/۲٦±۲/٦٥	٤/۷±۲/٥۸	٦/۱±۲/۲٤	۷/٥±۲/۱٤

جدول شماره ۴- مقدار زاویه ناودانی در افراد سالم و بیماران مبتلا به جابجایی خارجی کشکک در پنج زاویه متوالی از دامنه حرکتی مفصل زانو

SULCUS ANGLE	٤۰	۳۰	۲۰	۱۰	۰
سالم	۱۳۰/۱±٤/۱	۱۳۳/٤±٥/٦	۱۳۳/٤±٥/٦	۱۳٦/۲±۷/۲	۱٤۰/٦±٦/۹
بیمار	۱۲۹/۸±٦/۰٥	۱۳۰/٦±٦/۲۷	۱۳۲/۱±۷/۳۲	۱۳٦/۳٦±۷/٦٥	۱۳۹/۸۳±۷/٤٦

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-17]

جدول شماره ۵- نتایج حاصل از فرضیه HO مبنی بر یکسان بودن میانگین شاخصهای پاتلوفمورال خارجی، تیلت خارجی، جابجایی خارجی کشکك وزاویه ناودانی در بین دوگروه در پنج زاویه متوالی از دامنه حرکتی مفصل زانو

متغیر	٤٠	۳۰	۲۰	۱۰	۰
زاویه پاتلوفمورال خارجی	غیر معنی دار	غیر معنی دار	۰/۰۰٤	۰/۰۰۵	۰/۰۰۱
تیلت خارجی	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
میزان جابجایی خارجی	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
زاویه ناودانی	غیر معنی دار	غیر معنی دار	غیر معنی دار	غیر معنی دار	غیر معنی دار

بحث

بر اساس نتایج بدست آمده مشاهده گردید که در هردو گروه اندازه زاویه ناودانی در محدوده طبیعی خود بوده است. بدین معنا که علت درد ناشی از جابجایی استخوان کشکک در بیماران کم عمق شدن ناودان تروکله آ رانی نبوده، بعلاوه اینکه درتصاویر MRI نیز شکل استخوان کشکک وکندیلهای استخوان ران کاملاً طبیعی بوده است. با توجه به اینکه گروه بیماران دچار کوتاهی رتینا کولوم خارجی ویا کوتاهی ایلیوتیبیال باند نیز نبوده اند، میتوان انتظار داشت که علت جابجایی خارجی استخوان کشکک در این گروه، ضعف عضله پهن مایل داخلی بعنوان ثبات دهنده اصلی دینامیکی کشکک می‌باشد. (۸و۷و٤)

در گروه بیماران بیشترین میزان تیلت وجابجایی خارجی استخوان کشکک در زوایای صفر تا ۳۰ درجه بوده وبعد از این زاویه، چون کشکک مجبور به تعقیب استخوان ساق می‌باشد، همراه با چرخش داخلی ساق به سوی داخل رفته وتقریباً در مرکز ناودان تروکله آ جای می‌گیرد. بطوریکه درزاویه ٤۰ درجه، استخوان کشکک دارای ثبات بیشتری می‌شود. یافته‌های حاصل از تصویربرداری کینماتیکی دراین بررسی، منطبق با تحقیقات Shellock و Powers بوده است.

(١٦و١٣و١٢و١١) علت اینکه در زوایای اولیه فلکسیون، کشکک بیشترین بی ثباتی را دارد برمیگردد به نوع زنجیره حرکتی حین تصویربرداری در داخل دستگاه MRI. چون عضله چهار سرانی دربرابر وزنه یک کیلوگرمی ودر زنجیره حرکتی باز فعال گردیده ودر انتهای دامنه حرکتی اکستانسیون زانو، استخوان ساق با چرخش خارجی زانو راقفل می‌نماید، لذا برجستگی استخوان ساق به سوی خارج رفته، بردار خارجی عضله چهارسررانی را افزایش داده و استخوان کشکک تحت تأثیر این بردار خارجی مجبور به حرکت به سوی خارج گردیده است. (۱۷و۷) درگروه افراد سالم عامل مقابله کننده با این بردار رو به خارج عضله چهارسررانی، عضله پهن مایل داخلی است که قویتر بوده ومانع از جابجایی خارجی وبی ثباتی استخوان کشکک می‌گردد. (۱۱)

مطالعات قبلی نیز بیشترین میزان بی ثباتی استخوان کشکک را در زوایای صفر تا ۳۰ درجه ذکر نموده است.

(١٦و١٢و٢) همچنین یک رابطه معکوس بین اندازه زاویه پاتلوفمورال خارجی ومیزان جابجایی خارجی استخوان کشکک مشاهده گردید. بطوریکه با افزایش زاویه پاتلوفمورال خارجی، از میزان جابجایی خارجی کشکک کاسته شده وبالعکس. در تصاویر Axial زاویه پاتلوفمورال خارجی حاصل از تقاطع دوخط می‌باشد: خطی که مماس برسطح زیرین فاست خارجی کشکک بوده وخطی که رئوس

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-17]

قدامی کندیلهای فمور را بهم وصل می‌نماید. اگر این زاویه در محدوده ٢٦-١٤ درجه بوده وبه خارج باز شود، وضعیت استخوان کشکک مناسب میباشد ودارای ثبات کافی است. اگر خطوط تشکیل دهنده این زاویه با هم موازی شوند، به معنای نیمه دررفتگی کشکک بوده و اگر تحت هر شرایطی این زاویه روبه داخل باز گردد، استخوان کشکک دچار در رفتگی شده است. (١٦)

پس مشخص می‌گردد که کاهش اندازه این زاویه به معنای بی ثباتی کشکک است، لذا باید همراه با جابجایی خارجی کشکک باشد. برعکس افزایش این زاویه همراه با حرکت استخوان کشکک به سوی داخل است که نشانه افزایش ثبات آن می‌باشد. در این بررسی مشاهده شد که درگروه بیماران در زوایای بحرانی اولیه (صفر تا٣٠ درجه فلکسیون)از میزان زاویه پاتلوفمورال خارجی کاسته وجابجایی کشکک بیشتر شده ودر زاویه ٤٠ درجه که زاویه پاتلوفمورال خارجی بیشتر گردیده، میزان جابجایی کشکک کمتر شده است. به عبارتی در زاویه ٤٠ درجه ثبات کشکک افزایش یافته. این افزایش ثبات دارای یک توجیه بیومکانیکی قوی می‌باشد. بدین صورت که در زنجیره حرکتی باز با افزایش فلکسیون زانو بدلیل حرکت سطح مفصلی مقعر استخوان ساق برروی سطح مفصلی محدب کندیلهای فمور، یک چرخش داخلی در استخوان ساق رخ داده وبا جابجایی برجستگی استخوان ساق به سوی داخل، مقدار زاویه Q کاهش یافته و در این وضعیت، تاندون پاتلا، کشکک را به سوی داخل می‌برد. (٨) در واقع، این حرکت روبه داخل استخوان کشکک به شکل غیر فعال بوده و به همین دلیل در گروه افراد سالم میزان جابجایی خارجی کشکک به صفر نزدیک شده ودر بیماران نیز از مقدار عددی آن کاسته شده است. همچنین مشاهده گردید که با افزایش دامنه حرکتی مفصل زانو، از میزان Tilt خارجی کشکک کاسته شده است. زاویه Tilt متأثر از پارامترهای جابجایی خارجی وچرخش استخوان کشکک می‌باشد، بطوریکه با خم شدن زانو، همراه با چرخش داخلی استخوان ساق، استخوان کشکک نیز حول محور قدامی – خلفی خود به سوی داخل چرخیده و این درحالیست که از میزان جابجایی خارجی آن کاسته می‌شود. (٨ و٧) چرخش داخلی استخوان کشکک سبب کاهش میزان تیلت خارجی آن می‌شود. در مجموع این بررسی نشان دادکه MRI به روش کینماتیک (که برای اولین باردرایران انجام شده است)قادر به ترسیم مسیرحرکتی استخوان کشکک می‌باشد. همچنین مشخص گردید که در بیماران مبتلا به جابجایی خارجی کشکک، میزان زاویه پاتلوفمورال خارجی کم واندازه زاویه تیلت خارجی بیشتر شده است، که میتواند علت درد قدامی مفصل زانو در این گروه از بیماران باشد.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-17]

منابع

1. Nissen CW.,Cullen MC.,Hewett TE.,Noyes FR. Physical and arthroscopic examination techniques of the patellofemoral joint. JOSPT, 28:277-285,1998.

2. Doucette SA.,Goble EM.The effect of exercise on patellar tracking in lateral patellar compression syndrome. The American Journal of Sports Medicine,20:434-440,1998.

3. Powers CM.,Shellock FG.,Pfaff M. Quantification of patellar tracking using kinematic MRI.JMRI.,8:724-732,1998.

4. Doucette SA., Child DD. The effect of open and closed chain exercise and knee joint position on patellar tracking in lateral patellar compression syndrome.JOSPT.,23:104-110,1996.

5. Kujala UM>,Osterman K.,Nelimarkka O.,Hurme M.,Taimela S.Patellofemoral relationships in recurrent patellar dislocation. The Journal of Bone and Joint Surgery,71–B:788-791,1989.

6. Shellock FG.,Mink JH.,Fox JM. Patellofemoral joint:Kinematic MR Imaging to assess tracking abnormalities.Radiology.168:551-553,1988.

7. Mizuno Y.,Kumagai M.,Mattessich SM. ,Elias JJ. Q-angle influences tibiofemoral and patellofemoral kinematics. Journal of Orthopaedic Research.19:834-840,2001.

8. Powers CM.Patellar kinematics,Part II:The influence of the depth of the trochlear groove in subjects with and without patellofemoral pain.Physical therapy,80:965-973,2000.

9. Powers CM.Patellar kinematics,Part I:The influence of vastus muscle activity in subjects with and without patellofemoral pain. Physical therapy,80:956-964,2000.

10. Powers CM., Landel R.,Perry J.Timing and intensity of vastus muscle activity during functional activities in subjects with and without patellofemoral pain. Physical therapy,76:946-955,1996.

11. Shellock FG., Mullin M.,Stone KR. ,Coleman.,Crues JV.Kinematic magnetic resonance imaging of the effect of bracing on patellar position:Qualitative assessment using an extremity magnetic resonance system.Journal of athletic training,35:44-49,2000.

12. Shellock FG.,Powers CM.Kinematic MRI of the joints:Functional anatomy,Kinesiology, and clinical applicatios.1st ed.,New York:CRC Press.,149-165,2001.

13-Shellock FG.,Stone KR.,Crues JV.Development and clinical application of kinematic MRI of the patellofemoral joint using an extremity MR system.Med. Sci. Sports Exerc.,31:788-791,1999.

14. Carson WG.,James SL.,Larson RL.,Singer KM>,Winternitz WW. Patellofemoral disorders: Physical and radiographic evaluation. Clin. Orthop. ,185:178-185,1984.

15. Laurin CA.,Dussault R.,Levesque HP.The tangential X-Ray investigation of the patellofemoral joint.Clin Orthop.,144:16-26,1979.

16. Shellock FG.,Foo TK.,Deutsch AL.,Mink JH.Patellofemoral joint:Evaluation during active flexion with ultrafast spoiled GRASS MR Imaging.Radiology,180:581-585,1991.

17. Lephart S.M.,Fu F.H.Proprioception and neuromuscular control in joint stability.1st ed.,USA.Human Kinetics., 59-89,2000.

18. Laurin CA.,Levesque HP.,Dussault R.,Labelle H.,Peides JP.The abnormal lateral patellofemoral angle. The Journal of Bone and Joint Surgery,60-A:55-60,1978.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-17]