

## بررسی رابطه ادم حاد ایزوله استخوان با درد در بیماران با ترومای حاد زانو

\*دکتر فردین میرزاطلوعی، \*دکتر نسرین نوایی فر، \*دکتر علی تبریزی، \*\*دکتر شیوا غیور

«دانشگاه علوم پزشکی ارومیه»

### خلاصه

**پیش زمینه:** «بوروز» (bruise) در ام آر آی استخوان یک تغییر سیگنال در مغز استخوان است و می‌تواند ناشی از ادم، خونریزی یا شکستگی تراپکول‌های استخوانی باشد. تحلیل دقیق محل «بوروز» می‌تواند الگوی آسیب را مشخص کند و بینش بهتری در مورد ضایعات ساختارهای داخلی همراه در زانو فراهم نماید. در این پژوهش، رابطه بین رخداد، محل و شدت درد با «بوروز» استخوان بررسی شد.

**مواد و روش‌ها:** در این مطالعه آینده‌نگر، ۲۲ بیمار (۲۰ مرد، ۲ زن) با «بوروز» استخوان ایزوله به دنبال ترومای حاد زانو در یک مرکز درمانی بررسی شدند. برای نمره درد بیماران، از مقیاس بینایی درد (VAS) و برای محاسبه حجم «بوروز» در ام آر آی، از بردار سه بعدی  $A \times B \times C$  استفاده شد. با نرم افزار تحلیل تصاویر، شدت «بوروز» در مقطع کروئال بر حسب پیکسل تعیین شد و رابطه بین شدت درد و توزیع محل «بوروز» محاسبه گردید.

**یافته‌ها:** بین سن و شدت درد بیماران؛ و همچنین بین محل «بوروز» و محل حداکثر شدت درد رابطه معنی‌داری وجود نداشت ( $p \geq 0.05$ ). میانگین حجم «بوروز» در بیماران  $8/12 \pm 8/77$  سانتی‌متر مربع و میانگین شدت درد  $4/63 \pm 1/78$  بود و بین این دو متغیر ارتباط معنی‌داری وجود نداشت. میانگین شدت «بوروز»،  $42/47 \pm 176/4$  پیکسل و میانگین شدت درد  $4/63 \pm 1/78$  بود، یعنی با افزایش شدت «بوروز» استخوان، شدت درد نیز افزایش یافت.

**نتیجه‌گیری:** یافته‌های این مطالعه نشان دادند شدت ادم حاد استخوانی، موثرترین عامل در افزایش شدت درد می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** بوروز، استخوان، زانو، تروما، ام آر آی

دریافت مقاله: ۶ ماه قبل از چاپ؛ مراحل اصلاح و بازنگری: ۱ بار؛ پذیرش مقاله: ۱ ماه قبل از چاپ

## Correlation of Bone Bruise and Patients Pain after Acute Knee Injury

\*Fardin Mirzatlouei, MD; \*Nasrin Navaeifar, MD; \*Ali Tabrizi, MD; \*\*Shiva Ghayour, MD

### Abstract

**Background:** Bone bruise is a signal change in MRI and could be the result of bleeding or edema with microfractures in trabecular bone system. Analysis of the location of bone bruise could be a clue for mechanism of trauma. Awareness of pattern, severity and location of bone bruise and pain gives a better understanding of its nature and the related concomitant injuries. In this research the relation between pain and its severity with bone bruise is investigated.

**Methods:** In a prospective study, 22 patients (20 males, 2 female) with mean age of 34 years old and with isolated bone bruise after a knee trauma was studied in a trauma center in Urmia, Iran. Patients scored their pain using Visual Analogue Scale (VAS). For volumetric calculation of bone bruise we used  $A \times B \times C$  vectors multiplication and for severity of bone bruise we used software that measures the resotution of pictures. The locations of bone bruise were also determined and recorded. Finally, the relationship between these parameters and patients' pain were statistically analyzed.

**Results:** The mean pain score were  $4.40 \pm 1.56$  in males and  $7 \pm 2.82$  in females. Mean bone bruise intensity was  $176.4 \pm 42.47$ . There was no relationship between patient's age and pain severity. There was also no significant correlation between volume or location of bone bruise and severity of pain score ( $p \geq 0.05$ ). The mean bone bruise volume was  $8.77 \pm 8.12$  and the mean pain score was  $4.63 \pm 1.78$ .

**Conclusions:** Among the multiple characteristics of bone bruise, the intensity has the most direct correlation with severity of pain.

**Keyword:** Bruise; Bone; Knee; Trauma; Magnetic Resonance Imaging

Received: 6 months before printing ; Accepted: 1 month before printing

\*Orthopaedic Surgeon, Orthopaedic Department, Urmia University of Medical Sciences, Urmiah, IRAN.

\*\*General Practitioner, Urmia University of Medical Sciences, Urmiah, IRAN.

**Corresponding author:** Fardin Mirzatlouei, MD

Orthopaedic Department, Emam Khomeini hospital, Ershad Avenue, Urmia, Iran

E-mail: fardin\_tolouei@yahoo.com

«بوروز»<sup>۱</sup> یک یافته ام‌آر‌آی است که در آن تغییر سیگنال در مغز استخوان بر اثر ترومای وارد به استخوان دیده می‌شود. ام‌آر‌آی یک ابزار قدرتمند برای تشخیص آسیب‌هایی است که در پرتونگاری و آرتروسکوپی پنهان هستند و یک روش انتخابی برای تشخیص اختصاصی آسیب‌های حاد استخوان، در زمانی است که معاینات بالینی، مبهم و دوپهلو می‌باشند<sup>(۱)</sup>. «بوروز» (ادم حاد استخوان) یک یافته بسیار شایع در آسیب حاد زانو است که فقط با استفاده از ام‌آر‌آی کشف می‌شود و طی آن ترکیبی از خونریزی، ادم و شکستگی میکروتراپیکولار، بدون شکستگی کورتکس مجاور در استخوان بوجود می‌آید.

این یافته زانو از این نظر اهمیت ویژه‌ای دارد که به عنوان دلیل احتمالی درد حاد و کاهش عملکرد زانو در بیماران می‌باشد. تحلیل دقیق محل «بوروز» استخوان می‌تواند الگوی آسیب را مشخص کند و این الگو و توزیع کوفتگی استخوان، ردپایی از مکانیسم آسیب می‌باشد. بیمارانی که «بوروز» دارند، به طور فاحش، ضایعات رباط متقاطع جلویی و منیسکی بیشتری نسبت به بیمارانی دارند که «بوروز» در آنها یافت نشده است<sup>(۲)</sup>. همراهی «بوروز» با پارگی رباط متقاطع جلویی، به‌خوبی شناخته و توصیف شده است. تخمین زده می‌شود که ۹۸ درصد آسیب‌های تروماتیک این رباط، با «بوروز» همراه هستند و می‌توانند علت درد و ناتوانی بعد از جراحی رباط مزبور باشند<sup>(۳)</sup>.

«بوروز» همچنین تأثیرات منفی بر غضروف هیالین دارد و ممکن است باعث آسیب غضروف در آینده و استئوآرتریت باشد. بسیاری از بیماران دچار «بوروز»، با از بین رفتن سیگنال‌های غیرطبیعی، پاسخ بهبودی خواهند داشت. مدت زمان گزارش شده برای از بین رفتن این سیگنال‌ها ۳ هفته تا ۲ سال می‌باشد<sup>(۳)</sup>.

به طور خلاصه ارتباط «بوروز» با درد زانو پس از تروما مشخص نیست و می‌تواند یک یافته از قبل موجود در برخی افراد باشد. سیگنال غیرطبیعی ممکن است تا مدت زیادی وجود داشته باشد؛ اگرچه احتمال دارد وجود سیگنال غیرطبیعی

ارتباطی با شکایت بیماران نداشته باشد<sup>(۴)</sup>. به طور یقین مشخص نیست که «بوروز» باعث درد و اختلال عملکرد در زانو باشد. «جوزف»<sup>۲</sup> و همکاران نشان دادند که دو هفته پس از ترومایی که باعث «بوروز» شده، درد کاهش یافته ولی تظاهرات در ام‌آر‌آی در حداکثر شدت خود بوده است<sup>(۵)</sup>. مطالعات دیگر ادعا کرده‌اند که «بوروز» معادل شکستگی از نوع stress است که منجر به درد می‌شود<sup>(۶)</sup>. تاکنون مطالعات اندکی درباره ارتباط «بوروز» ایزوله با نوع و میزان درد و از بین رفتن درد انجام شده است. در این مطالعه رابطه بین محل و شدت درد با ایجاد «بوروز» زانو بررسی گردید.

### مواد و روش‌ها

در این مطالعه آینده‌نگر تحلیلی، ۲۲ بیمار (۲۰ مرد، ۲ زن) در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ با «بوروز» ایزوله به دنبال ترومای حاد زانو و با درد زانو به اورژانس مرکز ترومای بیمارستان امام خمینی ارومیه و درمانگاه تخصصی ارتوپدی همان مرکز مراجعه کرده بودند، مورد بررسی قرار گرفتند. معیارهای ورود به مطالعه شامل داشتن سن بالای ۱۸ سال و ترومای اخیر زانو بدون آسیب قبلی؛ و معیارهای خروج از مطالعه شامل ترومای بافت نرم مثل آسیب رباط یا تاندون یا منیسک، شواهدی از شکستگی استخوان در پرتونگاری، محدودیت خم کردن زانو به دلیل ترومای قبلی، وجود آرتريت التهابی زانو در گذشته و بیش از ۵ روز تأخیر در انجام ام‌آر‌آی بعد از تروما بود. بیماران پس از ورود به مطالعه، از نظر میزان حرکت مفصل و قطر محیط زانو، تحت مطالعه بالینی قرار گرفتند تا تورم موضعی، افیوژن، اکیموز، پارگی و کوفتگی پوست و له‌شدگی بافت نرم مورد ارزیابی قرار گیرد. ابتدا پرتونگاری اولیه، از نظر هر گونه شکستگی، به‌طور کامل بررسی گردید. جهت معاینه منیسک‌ها، از تست‌های «مک‌موری»<sup>۳</sup> و «اپلی»<sup>۴</sup>؛ برای معاینه رباط‌های کولترال از تست‌های استرسی واروس، و برای معاینه رباط متقاطع جلویی از تست‌های «لاکمن»<sup>۵</sup> و «پیووت شیفت»<sup>۶</sup> استفاده گردید. به منظور

2. Joseph  
3. McMurray  
4. Apley  
5. Lachman  
6. Pivot shift

از بین ۱۰۰ بیمار مراجعه کننده با ترومای زانو که تحت ام آر آی قرار گرفتند، ۲۲ بیمار که آسیب ایزوله استخوان به صورت «بوروز» داشتند، وارد مطالعه شدند.

از آنجا که بیشتر بیماران مشکلات قانونی داشتند (شاید ۹۰٪)، و یا تصادف کرده یا نزاع یا سقوط حین کار و غیره داشتند، تا زمان بهبودی درد پیگیری شدند و جهت اظهار نظر قطعی، بعد از ۳ ماه، به طور کامل معاینه شدند. از بیمارانی که کماکان از درد شکایت داشتند، ام آر آی مجدد به عمل آمد. پانزده بیمار (۷۰٪) بعد از سه ماه هنوز از درد زانو به هنگام خم کردن شکایت داشتند که تحت ام آر آی مجدد قرار گرفتند و مجدداً آسیب رباط مشاهده نشد.

ارتباط بین میزان شدت درد با محل و الگوی «بوروز» بررسی شد و همچنین رابطه بین محدودیت حرکت و مکان «بوروز» از نظر آماری ارزیابی گردید. مشخصات جمعیت‌شناسی بیماران به صورت جداول فراوانی و محاسبه میانگین و انحراف معیار استخراج شد.

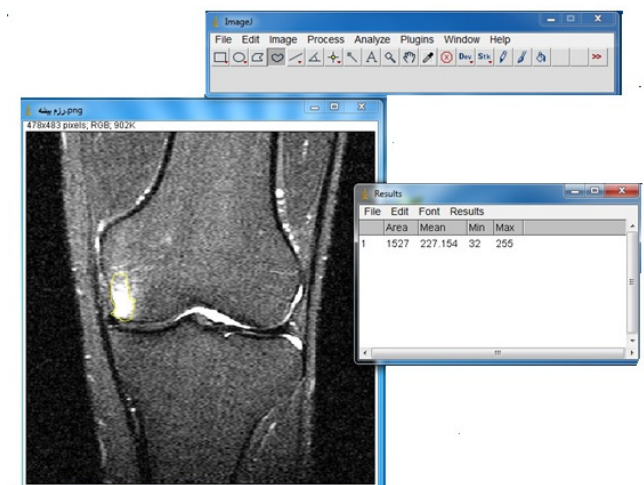
برای بررسی رابطه بین متغیرهای مستقل و وابسته، از آزمون‌های پارامتری  $t$  برای گروه‌های مستقل و تحلیل واریانس یک‌طرفه؛ و برای محاسبه همبستگی بین متغیرها، از آزمون‌های همبستگی پیرسون و اسپیرمن؛ و برای نشان دادن محل شدت درد و محل «بوروز» از آزمون غیر پارامتری کای دو استفاده شد. سطح آماری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

### یافته‌ها

از ۲۲ بیمار مورد مطالعه، ۲۰ نفر مرد و ۲ نفر زن بودند. بیشترین محل درد در کندیل داخلی فمور بود (۸ مورد، ۳۶/۴٪). از ۲۲ بیمار، ۱۰ نفر (۴۵/۵٪) در مدیال کندیل فمور؛ ۲ نفر در لترال کندیل فمور؛ ۱ نفر در مدیال کندیل تیبیا؛ ۲ نفر در لترال کندیل تیبیا؛ ۶ نفر در پاتلا و ۱ نفر در متافیز دیستال فمور «بوروز» ایزوله داشتند. جدول ۱ توزیع فراوانی محل درد و محل «بوروز» در ام آر آی بیماران را نشان می‌دهد. همان‌گونه که ملاحظه می‌گردد، بیشترین محل رخداد، کندیل مدیال فمور بود.

ارزیابی شدت درد، از بیماران خواسته شد در «مقیاس دیداری درد»<sup>۱</sup>، به میزان درد خود بین ۱ تا ۱۰ نمره دهند و مناسب‌ترین تصویر از درد را با روش اندازه‌گیری چشمی علامت‌گذاری نمایند. همچنین از آنان درخواست شد محل حداکثر شدت درد و نیز توزیع محل درد در زانوی خود را مشخص کنند. سپس این لوکالیزاسیون توسط معاینه کننده، به الگوی زانو منتقل شد. مکانیسم آسیب طبق توصیف بیمار ثبت گردید و تمامی اطلاعات همراه با نام بیمار در چک لیست‌های مخصوص ثبت شد. برای بیماران به طور ماهانه ام آر آی انجام و در حافظه رایانه دستگاه ام آر آی نگهداری شد و هر ماه با مراجعه به حافظه دستگاه، اطلاعات آن جمع‌آوری گردید.

برای محاسبه حجم «بوروز» در ام آر آی، از شیوه  $A \times B \times C$  توصیفی «دیویس»<sup>۲</sup> و همکاران استفاده شد. در این روش،  $A$  نمایانگر پهن‌ترین توزیع «بوروز» است که در مقطع کروئال اندازه‌گیری می‌شود؛  $B$  عمیق‌ترین توزیع جلویی-پشتی در مقطع ساژیتال؛ و  $C$  بیشترین توزیع  $Cranio-Caudal$  در مقطع ساژیتال می‌باشد<sup>(۷)</sup>. برای تعیین شدت آسیب، از نرم‌افزار متالوگرافی Image J استفاده شد. با این نرم‌افزار، شدت «بوروز» در مقطع کروئال برحسب پیکسل، در برشی با بیشترین میزان توزیع «بوروز»، تعیین گردید (شکل ۱) و این اطلاعات در چک لیست‌های دیگری ثبت شد.



شکل ۱. نحوه تحلیل شدت «بوروز» با استفاده از نرم‌افزار Image J

1. Visual Analogue Scale (VAS)
2. Davies

میانگین شدت «بوروز»  $۱۷۶/۴۰ \pm ۴۲/۴۷$  پیکسل و میانگین شدت درد  $۴/۶۳ \pm ۱/۷۸$  محاسبه گردید و نتایج نشان داد که رابطه مستقیم و معنی‌داری بین این دو متغیر وجود داشت ( $r=۰/۸$ ،  $p=۰/۰۳$ ) و با افزایش شدت «بوروز»، شدت درد نیز افزایش یافت.

میانگین سن بیماران  $۳۴/۲۲ \pm ۱۲/۹۳$  سال و میانگین شدت درد  $۴/۶۳ \pm ۱/۷۸$  بود و بین این دو متغیر از نظر آماری ارتباط معنی‌داری وجود نداشت.

### بحث

در سال ۱۹۸۸ ویلسون<sup>۱</sup> و همکاران برای اولین بار «تغییرات تعریف نشده‌ای را در تراکم استخوان در ام‌آر‌آی بیمارانی که دچار تروما شده و دچار درد در زانو با نمای پرتونگاری طبیعی بودند، را گزارش نمودند»<sup>(۸)</sup>. باتوجه به اینکه افزایش تراکم استخوان، دلیل افزایش مایع در نمای T2 است، بنابراین می‌توان دریافت که تروما باعث ادم در استخوان می‌گردد. ولیکن وجود عوامل مخدوش‌گر متعدد، مانند ترومای بافت نرم، آسیب عصبی و پارگی‌های مینسک‌ها و رباط‌ها مانع از ایجاد ارتباط مستقیم بین ادم استخوان و علائم بیمار گردید.

«میر»<sup>۲</sup> و همکاران در بررسی پارگی رباط‌های زانو دریافتند در مواردی که ادم حاد استخوان با شدت بیشتری بروز می‌کند، شدت میزان ادم حاد استخوان می‌تواند عاملی برای تعیین پیش‌آگهی تروماهای زانو باشد<sup>(۹)</sup>.

«ایلینگ‌ورث»<sup>۳</sup> و همکاران در یک مطالعه ارتباط بین حجم ادم حاد و پارگی مینسک را در بیماران مبتلا به پارگی رباط متقاطع پشتی بررسی نمودند و نشان دادند که با افزایش حجم ترومای وارده، حجم ضایعات زانو، که یکی از آنها نیز ادم حاد استخوان است، بیشتر می‌گردد<sup>(۱۰)</sup>.

«لی»<sup>۴</sup> و همکاران در بررسی رابطه بین ادم استخوان اطراف زانو با میزان مدیاتورهای ایجاد‌کننده درد، به این نتیجه رسیدند

### جدول ۱. توزیع فراوانی محل درد و محل «بوروز» در ام‌آر‌آی بیماران

محل آناتومیک	محل درد	
	تعداد بیمار (%)	محل «بوروز» تعداد بیمار (%)
مدیال کندیل فمور	۸ (۳۶/۴)	۱۰ (۴۵/۵)
لترال کندیل فمور	۲ (۹/۱)	۲ (۹/۱)
مدیال کندیل تیبیا	۴ (۱۸/۲)	۱ (۴/۵)
لترال کندیل تیبیا	۲ (۹/۱)	۲ (۹/۱)
پاتلا	۵ (۲۲/۷)	۶ (۲۷/۳)
متافیز دیستال فمور	۱ (۴/۵)	۱ (۹/۱)

میانگین شدت درد  $۱/۸۷ \pm ۴/۶۳$  (کمترین ۱ و بیشترین ۹)، میانگین حجم «بوروز»  $۸/۱۲ \pm ۸/۷۷$  سانتی‌متر مربع، و میانگین شدت «بوروز»  $۱۷۶/۴۰ \pm ۴۲/۴۷$  پیکسل بود.

جدول ۲ توزیع فراوانی محل حداکثر شدت درد بر حسب محل «بوروز» را نشان می‌دهد. از نظر آماری بین محل «بوروز» و محل حداکثر شدت درد، رابطه معنی‌داری وجود نداشت ( $p=۰/۱$ ).

### جدول ۲. توزیع فراوانی محل حداکثر شدت درد بر حسب محل «بوروز»

جمع	محل «بوروز» استخوان					
	مدیال کندیل فمور	لترال کندیل فمور	مدیال کندیل تیبیا	لترال کندیل تیبیا	پاتلا	متافیز دیستال فمور
۶ (۷۵)	۱ (۱۲/۵)	۰	۰	۰	۱ (۱۲/۵)	۸ (۱۰۰)
۰	۰	۰	۰	۲ (۱۰۰)	۰	۲ (۱۰۰)
۲ (۵۰)	۰	۱ (۲۵)	۱ (۲۵)	۰	۰	۴ (۱۰۰)
۱ (۵۰)	۰	۰	۰	۱ (۵۰)	۰	۲ (۱۰۰)
۱ (۲۰)	۱ (۲۰)	۰	۰	۲ (۴۰)	۱ (۲۰)	۵ (۱۰۰)
۰	۰	۰	۱ (۱۰۰)	۰	۰	۱ (۱۰۰)

ارتباط بین محل «بوروز» و شدت درد نیز از نظر آماری معنی‌دار نبود ( $p=۰/۱$ ).

میانگین حجم «بوروز»  $۸/۱۲ \pm ۸/۷۷$  سانتی‌متر مربع و میانگین شدت درد  $۴/۶۳ \pm ۱/۷۸$  بود و بین این دو متغیر از نظر آماری رابطه معنی‌داری وجود نداشت ( $p=۰/۲$ ).

- Wilson
- Mair
- Illingworth
- Li

بر شدت بروز تغییر سیگنال تمرکز نداشته‌اند. به نظر می‌رسد به منظور ایجاد درد در ادم حاد استخوان، آستانه‌ای از تغییر سیگنال وجود دارد که میزان این آستانه در مطالعه حاضر بررسی نشد که می‌توانست تناقض‌های موجود در متون در خصوص میزان درد و ادم حاد استخوان را توجیه کند. به منظور تعیین آستانه تغییر سیگنال جهت بروز درد، لازم است مطالعات بیشتری انجام شود. محدودیت اصلی این مطالعه، وجود عامل مخدوش کننده میزان درد بود به طوری که برخی بیماران در ارزیابی میزان شدت درد خود بزرگ‌نمایی کردند. برای این بیماران، درخواست شد در چندین نوبت میزان درد را اعلام کنند و به آنان گفته شد شدت درد در خواسته‌های قانونی آنان تاثیری ندارد و یافته‌های ام‌آر‌آی مهم می‌باشد. به علاوه اثر طولانی مدت «بوروز» و زمان از بین رفتن آن نیز مطالعه نشد، ولیکن نمی‌توان ارتباط «بوروز» را با ضایعات احتمالی مفصل، که شاید بعدها تظاهرات داشته باشند، مشخص نمود.

که بین علائم درد و میزان ادم حاد استخوان ارتباط مستقیمی وجود ندارد<sup>(۱۱)</sup>. بنابراین شاید عوامل دیگری در ایجاد درد موثر باشند. در این مطالعه نیز بین حجم ادم حاد و میزان درد بیماران ارتباطی مشاهده نشد. اگر چه حجم بیشتر ادم حاد با ضایعات بیشتری نظیر پارگی منیسک و ضایعات رباط همراه است، لیکن با بروز علامت درد به صورت منفرد رابطه‌ای ندارد.

ویژگی مهم مطالعه حاضر نشان دادن ارتباط بین شدت ادم حاد و شدت درد بیماران بود. در این مطالعه با حذف تمامی عوامل مخدوش کننده شامل ترومای بافت نرم، ترومای رباط و غضروف و آسیب‌های منیسک و همچنین بررسی ادم حاد ایزوله، ارتباط بین شدت درد و شدت تغییر سیگنال در ادم حاد اطراف زانو نشان داده شد. شدت تغییر سیگنال به معنی تجمع مایع در استخوان است. در مطالعه حاضر حجم و محل ادم حاد ارتباط مستقیم با میزان درد نداشتند. اگر چه مطالعات قبلی ارتباط بین این دو متغیر را تایید می‌کنند، ولیکن هیچ‌یک از آنها،

## References

- Mandalia V, Henson JH.** Traumatic bone bruising - a review article. *Eur J Radiol.* 2008;67(1):54-61. doi: 10.1016/j.ejrad.2008.01.060.
- Jelić D, Masulović D.** Bone bruise of the knee associated with the lesions of anterior cruciate ligament and menisci on magnetic resonance imaging. *Vojnosanit Pregl.* 2011;68(9):762-6.
- Szkopek K, Warming T, Neergaard K, Jørgensen HL, Christensen HE, Krogsgaard M.** Pain and knee function in relation to degree of bone bruise after acute anterior cruciate ligament rupture. *Scand J Med Sci Sports.* 2012;22(5):635-42. doi: 10.1111/j.1600-0838.2011.01297.x.
- Lin E.** Magnetic resonance imaging of the knee: clinical significance of common findings. *Curr Probl Diagn Radiol.* 2010;39(4):152-9. doi: 10.1067/j.cpradiol.2009.05.003.
- Deangelis JP, Spindler KP.** Traumatic Bone Bruises in the Athlete's Knee. *Sports Health.* 2010;2(5):398-402.
- Vincken PW, Ter Braak BP, van Erkel AR, Coerkamp EG, Mallens WM, Bloem JL.** Clinical consequences of bone bruise around the knee. *Eur Radiol.* 2006;16(1):97-107.
- Davies NH, Niall D, King LJ, Lavelle J, Healy JC.** Magnetic resonance imaging of bone bruising in the acutely injured knee--short-term outcome. *Clin Radiol.* 2004;59(5):439-45.
- Wilson AJ, Murphy WA, Hardy DC, Totty WG.** Transient osteoporosis: transient bone marrow edema? *Radiology.* 1988;167(3):757-60.
- Mair SD, Schlegel TF, Gill TJ, Hawkins RJ, Steadman JR.** Incidence and location of bone bruises after acute posterior cruciate ligament injury. *Am J Sports Med.* 2004;32(7):1681-7.
- Illingworth KD, Hensler D, Casagrande B, Borrero C, van Eck CF, Fu FH.** Relationship between bone bruise volume and the presence of meniscal tears in acute anterior cruciate ligament rupture. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2014;22(9):2181-6. doi: 10.1007/s00167-013-2657-y.
- Li S, An R, Wang Z, Kuang L, Tan W, Fang C.** Correlation analysis of bone marrow edema degree and serum inflammatory factors change with knee joint pain symptoms in patients with bone contusion around the knee joint. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi.* 2014;28(5):615-9. Chinese.