

نتایج رادیوگرافیک جراحی گرافت استخوانی بدون پایه عروقی در جوش نخوردگی اسکافوئید

چکیده:

مقدمه: پیوند استخوان به عنوان اصلی‌ترین رکن درمانی عدم جوش خوردگی است که ممکن است با توجه به یافته‌های حین عمل جراحی همراه با فیکساسیون یا بدون آن انجام شود. این مطالعه به بررسی نتایج رادیوگرافیک جوش خوردگی در بیماران دچار این شکستگی در گرافت استخوانی بدون پایه عروقی می‌پردازد.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه مقطعی بیمارانی که جوش نخوردگی اسکافوئید در یک دوره ۴ ساله در مراکز آموزشی شهر درمان شده بودند به روش نمونه‌گیری سرشماری بررسی شدند. بیماران با پیوند استخوان بدون پایه عروقی درمان شده بودند. بیماران تا زمان جوش خوردن کامل رادیولوژیک، از نظر ترمیم و عوارض، پیگیری و با گچ بی‌حرکت بودند. سپس رادیوگرافی سریال تا زمان وقوع جوش خوردگی از بیماران گرفته شد. آنالیز داده‌ها در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ انجام شد.

نتایج و بحث: ۴۳ بیمار با میانگین سنی $29/91 \pm 8/58$ سال وارد مطالعه شدند. ۱۳ نفر عارضه داشتند که شامل ۶ نفر محدودیت در حرکت و ۷ نفر درد می‌شد. ۱۵ نفر (۳۴/۹) از بیماران پس از شکستگی دچار نکروز آواسکلار شده بودند. میانگین مدت‌زمان جراحی از اولین برش تا پایان آن $49/16 \pm 5/98$ دقیقه بود. میانگین مدت‌زمان سپری‌شده از جراحی تا اولین شواهد جوش خوردگی بر اساس گرافی بیمار $36/59 \pm 47/42$ روز بود که جوش خوردگی استخوان اسکافوئید در تمامی بیماران رخ داد.

نتیجه‌گیری: مطالعه ما نشان داد که جراحی گرافت استخوانی بدون پایه عروقی در تمام بیماران، حتی با نکروز آواسکلار، منجر به جوش خوردن اسکافوئید شد و عملکرد دست بهبود یافت. عوارض عمدتاً خفیف بودند تنها در ۳۰/۲٪ از بیماران عوارضی همچون درد مچ دست و محدودیت حرکت مشاهده گردید.

واژگان کلیدی: استخوان اسکافوئید، استئونکروز، پیوند استخوان

پذیرش مقاله: ۴۳ روز قبل از چاپ

دکتر مهران رضوی پور، دکتر سلمان غفاری، دکتر الهه فلاح

مقدمه

۱. مرکز تحقیقات ارتوپدی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
۲. کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

در دست، مجموعاً ۱۳ استخوان بخشی از مچ را تشکیل می‌دهند: هشت استخوان مچ دست - اسکافوئید، لونیت، کونئی فرم، پیزیفرم، تراپزوئید، تراپزیوم، کپیتیت (capitate) و همیت (hamate) و پنج استخوان متاکارپال^(۱). استخوان اسکافوئید یکی از استخوان‌های مچ دست است که بین دست و ساعد در قسمت شست مچ دست قرار دارد (طرف جانبی یا رادیال) و مرز رادیال کارپال تونل را تشکیل می‌دهد^(۲). شکستگی استخوان اسکافوئید شایع‌ترین شکستگی در بین استخوان‌های مچ دست است که اکثراً در افراد جوان و فعال اتفاق می‌افتد. در اندام فوقانی شکستگی اسکافوئید پس از دیستال رادیوس شایع‌ترین شکستگی می‌باشد، ولی بر خلاف دیستال رادیوس در مردان جوان در دهه دوم و سوم شایعتر است^(۳،۴). استخوان اسکافوئید تقریباً به طور کامل با غضروف پوشیده شده است و به همین دلیل ظرفیت بهبود پرئوستئال آن کم است و جوش خوردگی تاخیری و عدم جوش خوردگی آن زیاد است^(۳،۴). جوش نخوردگی استخوان اسکافوئید اگر درمان نشود باعث تغییرات دژنراتیو مفصل مچ دست می‌شود. این تغییرات در جوش نخوردگی - های پروگزیمال این استخوان بیشتر از دیستال آن می‌باشد^(۳،۴).

درمان جراحی برای اسکافوئید جوش نخورده یا شکستگی که درمان غیر جراحی با شکست مواجه شده است، اندیکاسیون می‌یابد. یکی از اصول اساسی در درمان عدم جوش خوردگی اسکافوئید دبریدمان بافت فیبری و غیر قابل حیات استخوان در شکستگی است که با انجام این کار یک نقص استخوانی ایجاد می‌شود و این نقص باید با گرافت استخوانی پر شود^(۵). گرافت استخوانی با پایه عروقی^۱ در جوش نخوردگی‌های شکستگی در پروگزیمال استخوان اسکافوئید مخصوصاً در مواردی که قطعه پروگزیمال نکروز شده باشد و یا درمان با گرافت معمولی با شکست مواجه شده باشد، اندیکاسیون دارد^(۶). روش دیگر گرافت استخوانی غیر عروقی^۲ می‌باشد که جزو درمان‌های سنتی جوش دادن استخوان است^(۷،۸).

نویسنده مسئول:

دکتر الهه فلاح

Email address:
zeinabfallah1375@gmail.com

1 Avascular bone graft

2 Non-vascularized bone graft

و کنترل با آزمون تی تست مستقل و یا معادل ناپارامتریک ان یعنی من ویتنی انجام گردید.

نتایج

در این مطالعه با در نظر گرفتن معیار های ورود و خروج ۴۳ بیمار وارد مطالعه شدند. میانگین سنی کلی بیماران $۸/۵۸ \pm ۲۹/۹۱$ سال (کمترین سن ۱۴ سال و بیشترین سن ۵۳ سال) بود. بیشتر بیماران ۲۵ نفر (۵۸/۱٪) آسیب دیدگی اسکافوئید سمت راست داشتند و در مقابل ۱۸ نفر سمت چپشان درگیر بوده است. همه بیماران دچار جوش نخوردگی اسکافوئید بودند و تمامی گرفت های استخوانی بدون پایه عروقی بود. در جدول ۱ مشخصات دموگرافیک همه بیماران مشخص گردید. بیشترین ناحیه شکستگی در بیماران قسمت پروگزیمال (۴۰ نفر) بود و همگی با درد در ناحیه مچ دست مراجعه کردند. همه بیماران با MRI بررسی شدند و بیشترین یافته مشاهده شده در MRI عدم جوش خوردگی (Non-union) اسکافوئید در ۴۳ نفر بود (جدول ۲).

جدول ۱: میانگین سن همه بیماران

متغیر ها	میانگین	انحراف معیار	بیشترین	کمترین
سن (سال)	۲۹/۹۱	۸/۵۸	۵۳	۱۴

جدول ۲: فراوانی سمت درگیری در دست

درصد	فراوانی	سمت آسیب دیده
۵۸/۱	۲۵	راست
۴۱/۹	۱۸	چپ
۱۰۰	۴۳	کل

۱۵ بیمار (۳۴/۹٪) نیز دچار نکروز آوسکولار شده بودند. فیکساسیون در ۳۵ بیماران توسط پین شماره یک و در ۸ نفر بقیه با پیچ هربرت انجام شده بود. جوش خوردگی کامل استخوان اسکافوئید در هر ۴۳ بیمار پس از جراحی و پیوند استخوان غیر عروقی، بدست آمد. ۳۰ نفر از بیماران پس از جراحی عارضه ای را گزارش نکردند ولی ۱۳ نفر از بیماران پس از جراحی عارضه داشتند که ۶ نفر محدودیت در حرکت و ۷ نفر درد را ذکر کردند. تمامی بیماران توانایی فعالیته روزمره را با دست خود را داشتند و هیچکدام شکایتی از عدم فعالیت نداشت. مشخصات بالینی بیماران در جدول ۳ نشان داده شده است. میانگین مدت زمان جراحی از اولین برش تا پایان آن $۹/۸۵ \pm ۴۹/۱۶$ دقیقه بود. میانگین مدت زمان سپری شده از شکستگی اسکافوئید تا عمل جراحی $۴۷/۴۲ \pm ۳۶/۵۹$ هفته بود. میانگین مدت زمان سپری شده و پیگیری بیمار از جراحی تا بهبودی کامل $۷۳/۸۵ \pm ۱۴۵/۷۹$ ماه گزارش شد. میانگین مدت زمان سپری شده از جراحی تا اولین شواهد جوش خوردگی بر اساس عکس رادیولوژی (گرافی) بیمار $۴۷/۴۲ \pm ۳۶/۵۹$ روز بود (جدول ۴).

چندین محقق نتایج خوبی را برای گرفت استخوانی غیر عروقی گزارش نمودند و همچنین فوایدی همچون کمتر بودن مدت زمان بیهوشی نسبت به روش عروقی، راحت تر بودن جراحی و همچنین عدم نیاز به تخصص را دارا می باشد که می توان به آن ها اشاره نمود^(۵-۷).

نکروز آواسکولار (AVN) یک اتفاق شایع در بیماران آسیب دیده ارتوپدی می باشد و مطالعات نشان داده‌اند که در ۱۳ تا ۵۰ درصد شکستگی های استخوان اسکافوئید که در یک پنجم بالایی ناحیه پروگزیمال اتفاق می افتد، نکروز آواسکولار (AVN) دیده می شود. نکروز آواسکولار در اثر دلایل مختلفی از جمله مصرف الکل و گلوکوکورتیکوئیدها، مشکلات خونی و آنمی، تروما ها و شکستگی ها و غیره ممکن است رخ دهد^(۱۰،۱۱). این عارضه می تواند عواقبی همچون جوش نخوردن یا طولانی تر شدن زمان بهبود پیوند و درمان شکستگی، از بین رفتن مفصل و کاهش موفقیت درمان را به همراه داشته باشد^(۱۲،۱۳).

مواد و روش ها

این مطالعه از نوع مقطعی - گذشته نگر است. در این مطالعه بیمارانی که به بخش ارتوپدی بیمارستان های مراکز آموزشی درمانی دانشگاه علوم پزشکی مازندران با شکایت درد مچ دست مراجعه کرده بودند و در آن ها جوش نخوردگی استخوان اسکافوئید تشخیص داده شده بود وارد مطالعه شدند و بیمارانی که اطلاعات پرونده شان من جمله رادیوگرافی گرفته شده یا روش جراحی متفاوت از مطالعه ما بوده از مطالعه خارج شده اند. دوره زمانی مطالعه از سال ۱۳۹۴ الی ۱۳۹۸ می باشد. روش نمونه گیری سرشماری پیش بینی شده است؛ یعنی تمامی بیماران دارای معیارهای ورود وارد مطالعه میشوند. از این رو برآورد حجم نمونه ضرورتی ندارد. از بیماران رضایت عمل گرفته شد و مدت زمان عمل از زمان اولین برش تا زمان اتمام ترمیم کامل پوست یادداشت شد. عمل جراحی توسط یک جراح فوق تخصص دست انجام شد. گرفت کورتیکوکانسولوس از ناحیه کمرست ایلیاک انتخاب شد جراحی به روش ماتیروس و فیکساسیون با پیچ هربرت یا پین شماره ۱ انجام شد و بعد از آن برای بیمار به مدت ۲ هفته آتل شوگر تانگ گرفته شده بعد از ۲ هفته آتل به گچ تامپ اسپایکا تبدیل و در پایان ۶ هفته رادیوگرافی از دست تهیه شده است و از نظر جوش خوردگی اسکافوئید توسط جراح و یک رادیولوژیست بررسی شد. سپس هر یک ماه از بیماران رادیوگرافی کنترل گرفته شد و از نظر جوش خوردگی توسط جراح و رادیولوژیست بررسی شد. در نهایت بیماران تا زمان جوش خوردن کامل رادیولوژیک، از نظر ترمیم و عوارض، پیگیری و با گچ بی حرکت بودند. ورود و آنالیز داده ها در نرم افزار SPSS نسخه ۲۴ انجام شد.

توصیف متغیرها بر حسب درصد، میانگین، انحراف معیار و چارک و میانه صورت گرفت. از آزمون شاپیروویلک برای بررسی برخورداری از توزیع نرمال استفاده شد. مقایسه بین متغیرهای گروه بندی شده با آزمون کای اسکوئر یا آزمون دقیق فیشر و مقایسه متغیرهای کمی بین دو گروه مورد

جدول ۳: مشخصات بالینی بیماران

درصد	فراوانی	متغیرها	
۳۰/۲٪	۱۳	دارد	عارضه پس از جراحی
۶۹/۸٪	۳۰	ندارد	
۱۳/۹٪	۶	محدودیت حرکت	نوع عارضه پس از جراحی
۱۶/۳٪	۷	درد	
۸۱/۴٪	۳۵	پین شماره یک	نوع فیکساسیون
۱۸/۶٪	۸	پیچ هربرت	
۹۳٪	۴۰	پروگزیمال	محل شکستگی اسکافوئید
۷٪	۳	Waist	
۳۴/۹٪	۱۵	دارد	وجود نکرز اوسکولار
۶۵/۱٪	۲۸	ندارد	
۱۰۰٪	۴۳	عدم جوش خوردگی	یافته های MRI
۳۴/۹٪	۱۵	نکرز اوسکولار	

جدول ۴: میانگین (انحراف معیار) مدت زمان جراحی، مدت زمان سپری شده تا جراحی، مدت زمان سپری شده تا اولین شواهد جوش خوردگی بر اساس عکس رادیولوژی

متغیرها			
بیشترین	کمترین	انحراف معیار	میانگین
۶۵/۰۰	۴۲/۰۰	۵/۹۸	۴۹/۱۶
مدت زمان جراحی (دقیقه)			
۲۰۶/۸	۶/۰۰	۴۷/۴۲	۳۶/۵۹
مدت زمان سپری شده از شکستگی تا جراحی (هفته)			
۲۰۶/۸	۶/۰۰	۴۷/۴۲	۳۶/۵۹
مدت زمان سپری شده از جراحی تا اولین شواهد رادیوگرافیک جوش خوردگی (روز)			
۳۳۰/۰۰	۵۹/۰۰	۷۳/۸۵	۱۴۵/۷۹
مدت زمان سپری شده از جراحی تا بهبودی کامل (هفته)			

هم چنین گروه های گروه های گرفت با پایه عروقی به طور قابل توجهی زودتر از ۱/۷۳ هفته به جوش خوردگی استخوان رسیدند ($P < ۰/۰۱$). تفاوت قابل توجهی در نتایج عملکردی، از جمله دامنه حرکتی فعال و قدرت گرفتن وجود نداشت و میزان نیاز به عمل جراحی مجدد بین دو گروه مشابه بود ($P = ۰/۶۵$)^(۱۷).

در مطالعه سلیمان پور و همکاران، ۲۰ بیمار، ۱۹ مذکر و ۱ مونث با سن متوسط ۲۵/۶۲ (۴۰-۱۷) سال بررسی شدند که از مطالعه ما کمتر بود. ۱۷ شکستگی در کمر و ۳ شکستگی در قطب پروگزیمال قرار داشت. با این حال در مطالعه ما بیشتر در ناحیه پروگزیمال بود. درد به همراه کاهش قدرت گرفتن بترتیب در ۱۱ و ۹ مورد وجود داشت. پس از عمل، دامنه حرکتی بطور معنی داری تغییر نکرد.

تعداد بیماران با شکایت درد در انتهای بررسی بطور معنی داری کاهش یافت (از ۱۰۰٪ به ۲۵٪) و همچنین عوارضی شامل: شکستگی پین (۲ مورد)، تغییر شغل (۲ مورد)، عدم جوش خوردگی (۱ مورد)، جوش خوردن تاخیری (۱ مورد) و تحریک محل پین (۱ مورد) وجود داشت^(۱۸). بیشترین عارضه پس از جراحی در مطالعه ما، ۵ مورد درد و ۵ مورد محدودیت حرکت دست بوده است. Schneider و همکاران بیماران دچار

بحث

گرفت استخوان با پایه غیر عروقی و فیکساسیون rigid internal باعث بهبود موفقیت آمیز شکستگی های جوش نخورده اسکافوئید همراه با آسیب عروق شده است، همانطور که توسط ارزیابی های پذیرفته شده قبل از عمل، حین عمل و هیستوپاتولوژیک نشان داده شده است^(۱۴). مطالعه حاضر با هدف ارزیابی نتایج جوش خوردگی رادیوگرافیک درمان جراحی گرفت استخوانی بدون پایه عروقی در جوش نخوردگی اسکافوئید با و بدون نکرز اوسکولار طراحی و اجرا شد.

در مطالعه حاضر، مدت زمان جراحی، طول مدت زمان جوش خوردگی و میزان جوش خوردگی سنجیده شد. میزان جوش خوردگی حاصل از روش های گرفت غیر عروقی که در مقالات مختلف گزارش شده، از ۶۰ تا ۹۵٪ متغیر بوده است.

این در حالی است که در گرفت های عروقی این میزان بین ۸۰ تا ۱۰۰ درصد است^(۱۵،۱۶). متاآنالیزها نشان دادند که میزان جوش خوردگی در گروه های گرفت با پایه عروقی ۱/۱۳ برابر گروه های گرفت های بدون پایه عروقی ($P = ۰/۰۰۲$) است.

منابع

- Eathorne S.W. The wrist: Clinical anatomy and physical examination—An update. *Prim Care*. 2005;32(1):17-33. DOI: 10.1016/j.pop.2004.11.009.
- Kozin S.H. Incidence, mechanism, and natural history of scaphoid fractures. *Hand clin*. 2001;17(4):515-524.
- Derby B, Murray P.M, Shin A.Y, Bueno R.A, Mathoulin C.L, Ade T, et al. Vascularized bone grafts for the treatment of carpal bone pathology. *Hand (N Y)*. 2013;8:27-40. DOI: 10.1007/s11552-012-9479-0.
- Jones Jr D.B, Rhee P.C, Shin A.Y. Vascularized bone grafts for scaphoid nonunions. *J Hand Surg Am*. 2012;37:1090-4. DOI: 10.1016/j.jhsa.2012.03.001.
- Matsuki H, Ishikawa J, Iwasaki N, Uchiyama S, Minami A, Kato H. Non-vascularized bone graft with Herbert-type screw fixation for proximal pole scaphoid nonunion. *J Orthop Sci*. 2011;16:749-55. DOI: 10.1007/s00776-011-0158-8.
- Steinmann S.P, Bishop A.T, Berger R.A. Use of the 1,2 intercompartmental suprarreticular artery as a vascularized pedicle bone graft for difficult scaphoid nonunion. *J Hand Surg Am*. 2002, 27: 391-401. DOI: 10.1053/jhsu.2002.32077.
- Malizos K.N, Zachos V, Dailiana Z.H, Zalavras C, Varitimidis S, Hantes M, Karantanas A. Scaphoid nonunions: management with vascularized bone grafts from the distal radius: a clinical and functional outcome study. *Plast Reconstr Surg*. 2007;119:1513-25. DOI: 10.1097/01.prs.0000256144.52654.da.
- Krimmer H. Management of acute fractures and nonunions of the proximal pole of the scaphoid. *J Hand Surg Br*. 2002;27:245-8. DOI: 10.1054/jhsb.2001.0736.
- Stark H.H, Rickard T.A, Zemel N.P, Ashworth C.R. Treatment of ununited fractures of the scaphoid by iliac bone grafts and Kirschner-wire fixation. *J Bone Joint Surg Am*. 1988;70(7): 982-91.
- Steinmann, S.P, Adams J.E. Scaphoid fractures and nonunions: diagnosis and treatment. *J Orthop Sci*. 2006;11:424-31. DOI: 10.1007/s00776-006-1025-x
- Herbert T.J, Fisher W.E. Management of the fractured scaphoid using a new bone screw. *J Bone Joint Surg Br*. 1984;66:114-23. DOI: 10.1302/0301-620X.66B1.6693468.
- Koo K.H, Kim R, Kim Y.S, Ahn I.O, Cho S.H, Song H.R, et al. Risk period for developing osteonecrosis of the femoral head in patients on steroid treatment. *Clin Rheumatol*. 2002;21(4):299-303. DOI: 10.1007/s100670200078.
- Oinuma K, Harada Y, Nawata Y, Takabayashi K, Abe I, Kamikawa K, et al. Osteonecrosis in patients with systemic lupus erythematosus develops very early after starting high dose corticosteroid treatment. *Ann Rheum Dis*. 2001;60(12):1145-8. DOI: 10.1136/ard.60.12.1145.
- Rancy S.K, Swanstrom M.M, DiCarlo E.F, Sneag D.B, Lee S.K, Wolfe S.W, et al., Success of scaphoid nonunion surgery is independent of proximal pole vascularity. *J Hand Surg Eur Vol*. 2018;43(1):32-40. DOI: 10.1177/1753193417732003.

شکستگی جوش نخورده اسکافوئید را به روش گرافت غیر واسکولار تحت درمان قرار دادند. در این مطالعه ۳۵ بیمار جوش نخورده مورد بررسی قرار گرفتند. در نتایج تصویربرداری مغناطیسی ۹ نفر از ۲۳ نفر در قسمت پروگزیمال ایسکمی بدون نکروز دیده شد. ۱۴ نفر از ۳۲ نفر دچار نکروز trabecular شده و ۴ نفر از ۳۳ نفر دچار نکروز بافتی شدند. از این بین در نهایت ۳۰ نفر از ۳۳ نفر با این روش گرافت استخوانی قوی ای را داشتند^(۱۴).

در مطالعه Severo و همکاران، از میان گرافت‌ها با پایه عروقی در کمترین حالت ۲۷٪ و بیشترین حالت ۱۰۰٪ جوش خوردگی را داشته اما در بیماران دارای نکروز در کمترین حالت ۱۲.۵٪ جوش خوردگی وجود داشت. این آمار برای پیوند‌های غیر عروقی بین ۵۲-۱۰۰ درصد بوده که در هنگام نکروز این آمار ثابت بوده و تغییر نکرده است^(۱۹). در مطالعه حاضر، یافته‌های MRI نشان داد که در اکثر بیماران، عارضه جوش نخوردن وجود دارد. با این حال ۱۵ نفر از ۴۳ نفر به طور همزمان، هر دو عارضه (AVN, nonunion) را با هم داشتند. ما ۱۰۰٪ جوش خوردگی را پس از گرفت بدون پایه عروقی در بین بیماران داشتیم حتی در بیمارانی که AVN داشتند. مدت زمان مورد نیاز برای بی حرکتی در استفاده از گرافت غیر عروقی بین ۴ تا ۶ ماه می باشد ولی مدت زمان مورد نیاز برای جوش خوردگی و بی حرکتی میچ دست با روش درمانی گرافت پایه عروقی-عضلانی و تثبیت قطعات استخوان با پین، بین ۷-۱۶ هفته متغیر است^(۱۰). در مطالعه ما، مدت زمان لازم برای جوش خوردگی از زمان انجام جراحی تا بهبودی کامل ۵ ماه بود. مطالعه ما محدودیت‌هایی نیز داشت. به علت این که این مطالعه مقطعی است امکان برقراری رابطه علت معلولی امکان پذیر نبود. به علت توصیفی بودن این مطالعه، امکان تحلیل و تفسیر بیشتر اطلاعات برای ما مقدور نبود. هم چنین حجم نمونه این مطالعه کوچک است.

نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر نشان داد که جراحی گرافت استخوانی بدون پایه عروقی در تمامی بیماران این مطالعه منجر به علائم رادیوگرافیک جوش خوردن استخوان اسکافوئید شده است. حتی در بیمارانی که AVN داشتند هم این جوش خوردگی دیده شد بنابراین روش می‌تواند در جوش خوردن استخوان اسکافوئید موثر باشد. در این مدت در بیماران علائم آرتروز دیده نشد. تمامی بیماران توانایی فعالیت روزمره را با دست خود را داشتند و هیچ‌کدام شکایتی از عدم فعالیت نداشتند. ۳۰٪ از بیماران دچار عارضه شده بودند که میزان خفیفی از درد و محدودیت حرکت دست بوده است.

تقدیر و تشکر

نویسندگان مراتب تقدیر و تشکر خود را از واحد توسعه تحقیقات بالینی بیمارستان امام خمینی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران جهت پشتیبانی و همکاری در طول دوره مطالعه اعلام می دارند.

- 15 Toh S, Miura H, Arai K, Yasumura M, Wada M, Tsubo K. Scaphoid fractures in children: problems and treatment. *J Pediatr Orthop*. 2003;23(2):216-221.
- 16 Zaidemberg C, Siebert J.W, Angrigiani C. A new vascularized bone graft for scaphoid nonunion. *J Hand Surg Am*, 1991;16(3):474-478. DOI: 10.1016/0363-5023(91)90017-6.
- 17 Zhang H, Gu J, Liu H, Yuan C. Pedicled vascularized versus non-vascularized bone grafts in the treatment of scaphoid non-union: a meta-analysis of comparative studies. *ANZ J Surg*. 2021;91(11):E682-E689. DOI: 10.1111/ans.16894.
- 18 Sadri E, Mazloumi SM, Omidi Kashani F. Pronator quadratus pedicle bone graft in scaphoid fracture non-union. *Iranian J Orthopaedic Surg*. 2005;4(1 (13)):81-85. Available from: <https://sid.ir/paper/85405/en>.
- 19 Severo A.L, Lemos M.B, Lech O.L.C, Filho D.B, Strack D.P, Candido L.K. Bone graft in the treatment of nonunion of the scaphoid with necrosis of the proximal pole: a literature review. *Rev Bras Ortop*. 2017;52:638-643. DOI: 10.1016/j.rboe.2016.11.011.