

رویکردهای جراحی شکستگی‌های سوپراکندیل هومروس نوع ۳ در کودکان

(مقایسه دو رویکرد پشتی و خارجی)

*دکتر علیرضا هوتکانی، *دکتر علی مرادی، **دکتر احسان واحدی، ***حمیده فیض دیسفانی

«دانشگاه علوم پزشکی مشهد»

خلاصه

پیش‌زمینه: شکستگی‌های سوپراکندیل هومروس از آسیب‌های شایع اندام فوقانی در کودکان می‌باشد. در مواقع نیاز به جراحی باز در این شکستگی، رویکردهای مختلفی ممکن است بکار گرفته شوند. هدف از این تحقیق، مقایسه دو رویکرد جراحی در چنین موارد است.

مواد و روش‌ها: در یک مطالعه گذشته‌نگر، از ۸۷ بیمار متوالی (case series) مراجعه کننده به یک مرکز درمانی مشهد با شکستگی سوپراکندیل نوع ۳ و در محدوده سنی از زمان تولد تا ۱۸ سال، با انتخاب تصادفی، ۴۳ بیمار با رویکرد خارجی (لاترال) و ۴۴ بیمار با رویکرد پشتی (پوستریور) تحت عمل جراحی باز و تثبیت پایین قرار گرفتند. با یک پیگیری ۶ ماهه دامنه حرکات آرنج، عوارض و زوایای «بومن» (Baumann)، «کارینگ» (carrying) و کپیتوهورمال و نحوه جوش خوردن در دو گروه بررسی شدند.

یافته‌ها: رویکرد پشتی در زمان کوتاه‌تری قابل انجام بود. دامنه حرکات در رویکرد پشتی بعد از یک و بعد از شش ماه، کمتر از رویکرد خارجی بود. زوایه «بومن» و «کارینگ» در رویکرد پشتی بیشتر در محدوده طبیعی بود. عوارض ناهنجاری واروس و والگوس، سفتی مفصلی و عفونت بین در دو رویکرد تفاوت معنی‌داری نداشت.

نتیجه‌گیری: دو رویکرد از نظر عوارض بعد از عمل تفاوتی با هم نداشتند. در رویکرد خارجی دامنه حرکت بیشتر حفظ شد و در رویکرد پشتی جاناندازی آناتومیک‌تری بدست آمد.

واژه‌های کلیدی: شکستگی هومروس، اقدام ارتوپدی، کودک

دریافت مقاله: ۷ ماه قبل از چاپ؛ مراحل اصلاح و بازنگری: ۳ بار؛ پذیرش مقاله: ۱ ماه قبل از چاپ

Surgical Approaches in Type III Supracondylar Humerus Fracture in Children

(A Comparison between Posterior and Lateral Approaches)

*Alireza Hotkani, MD; *Ali Moradi, MD; **Ehsan Vahedi, MD; ***Hamideh Feiz Disfani

Abstract

Background: Supracondylar humerus Fracture is among the common upper extremity fractures in children. In certain types of fractures of circumstances that open reduction becomes necessary; the best surgical approach is debatable. We would like to report our prospective study between posterior and lateral surgical approaches in type III supracondylar fractures.

Methods: In a case series study, 87 children from birth till 18 years old, with type III humerus fracture were randomly selected for open reduction and pinning; 43 through lateral and 44 posterior approaches. With a 6-months follow-up, elbow range of motion, complications and radiographic parameters related to union type were evaluated.

Results: Posterior approach was a faster surgery. Ranges of motion after 1 and after 6 months were more restricted in posterior approach. Baumann and carrying angles were closer to normal in a higher percentage in posterior approach. Varus and valgus malunion or joint stiffness rates or infection were similar in the two groups.

Conclusion: The two approaches were similar for postoperative complications. Better range of motion was achieved in the lateral approach, and a more anatomical union in the posterior approach.

Keywords: Humeral fractures; Orthopaedic procedures; Child

Received: 7 months before printing ; Accepted: 1 month before printing

*Orthopaedic Surgeon, Orthopaedic Department, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, IRAN.

**Resident of orthopaedic Surgery, Orthopaedic Department, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, IRAN.

***Medical Student, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, IRAN.

Corresponding author: Ali Moradi, MD

Emam Reza Hospital, Orthopaedic Department, No 42, Bahonar 6, Bahonar St, Vakil-abad Blvd, Mashhad, Iran.

E-mail: almor0012@yahoo.com

مقدمه

شکستگی‌های اندام بالایی شایع‌ترین شکستگی‌ها در کودکان است و ۶۵ تا ۷۵ درصد شکستگی‌ها در کودکان را شامل می‌شود. شایع‌ترین محل در اندام بالایی دیستال ساعد است^(۱). شکستگی‌های سوپراکاندیالار شایع‌ترین آسیب‌های آرنج در کودکان است که ۵۵ تا ۷۵ درصد بیماران با شکستگی آرنج را شامل می‌شود^(۲).

پیشرفت روش‌های ثابت کردن استخوان‌ها و استفاده موثر و کارآمد از این درمان‌ها باعث ترقی بیشتر این حوزه شده است. در طی ۲۵ سال گذشته، هزینه‌ها و نتایج بالینی درمانی تغییر زیادی کرده است. مشکلات عروقی، کنتراکچر ولکمن و گیرافتادگی نورروواسکولار در کالوس شکستگی به‌طور قابل توجهی کاهش یافته ولی کاملاً از بین نرفته است^(۳).

درمان اولیه در شکستگی سوپراکاندیالار که نیاز به جاناندازی دارد بی‌حرکتی آرنج در حالت ۲۰ تا ۴۰ درجه فلکسیون است^(۴). تراکشن به‌عنوان درمان قطعی شکستگی‌های سوپراکاندیالار در کودکان از قدیم در مراکز پیشرفته استفاده می‌شده و میزان کویتوس و اروس در نتیجه این درمان در برخی مطالعات ۹ تا ۳۳ درصد گزارش شده است^(۳،۴،۵). جاناندازی بسته و پین‌گذاری شایع‌ترین درمان جراحی شکستگی‌های سوپراکاندیالار است که برای تمام شکستگی‌های سوپراکاندیالار با جابه‌جایی که باز نیستند به‌عنوان درمان اولیه اندیکاسیون دارد. اگر فاصله قابل توجهی در محل شکستگی وجود داشته باشد و یا شکستگی غیرقابل جاناندازی باشد، عصب مدیان و یا شریان برآکیال ممکن است در محل شکستگی گیر کند و باید اقدام به جراحی باز نمود. جاناندازی باز در مواقعی که روش بسته موفقیت آمیز نیست، در موارد اختلال عروقی و یا شکستگی باز انجام می‌شود. شیوع بالاتر گیرافتادن عروق و اعصاب در جریان جاناندازی بسته در شکستگی‌های نوع ۳ نسبت به نوع ۱ و ۲^(۱) باعث شده در این شکستگی‌ها از روش باز بیشتر استفاده شود. در مورد رویکرد روش جراحی باز اختلاف نظر وجود دارد. رویکرد جلویی، (داخلی) خارجی و پشتی همه پیشنهاد شده‌اند، کسانی که تمایل به رویکرد خارجی دارند، از آن برای

شکستگی‌های با جابه‌جایی پشتی داخلی و از رویکرد داخلی برای شکستگی‌های با جابه‌جایی پشتی خارجی استفاده می‌کنند^(۶). رویکرد پشتی (کمپل) معمولاً برای شکستگی سوپراکاندیالار خارج مفصلی یا شکستگی‌های داخل مفصلی استفاده می‌شود. این روش از راه عضله تری‌سپس و تاندون استفاده می‌شود و دید خوب لیکن با احتمال خشکی طولانی مدت پس از عمل همراه است^(۷). رویکرد جلویی از طریق یک برش عرضی در جلوی آرنج در حفره آنته کوپیتال انجام شده و در صورتی که لازم باشد از سمت مدیال به پروگزیمال هم کشیده می‌شود^(۸-۱۳).

در مطالعات گذشته، رویکرد خارجی نسبت به پشتی مشکل‌تر بود^(۲،۱۴) ولی کاهش دامنه حرکت در آن کمتر گزارش شده است^(۱۵،۱۶،۱۷،۱۸). اغلب مطالعات قبلی احتمال بدجوش خوردگی را در رویکرد خارجی بیشتر ذکر کرده‌اند^(۱۶،۱۷،۱۸).

هدف از این مطالعه مقایسه دو رویکرد رایج خارجی و پشتی در جراحی شکستگی‌های سوپراکاندیالار هومروس و بررسی معایب و مزایای این دو روش نسبت به هم بود تا به کمک آن رویکرد مناسبی در جراحی اتخاذ گردد^(۲).

مواد و روش‌ها

این مطالعه به صورت «بررسی متوالی موردها»^۱ در طی یک سال (از ۸۷/۶/۱) بر روی بیماران مراجعه کننده به بیمارستان امام رضای مشهد(ع)، که بیمارستان ارجاعی در سطح شهر مشهد می‌باشد^(۲،۳)، انجام پذیرفت. معیار ورود به مطالعه شامل شکستگی سوپراکاندیالار نوع ۳ از نوع اکستنشن از زمان تولد تا ۱۸ سال و گذشت کمتر از یک هفته از تروما بود.

شکستگی‌های نوع ۱ و ۲ و مواردی از نوع ۳ که به روش بسته و پین‌گذاری زیرجلدی درمان شده بودند، همچنین بیماران با آسیب عروقی یا عصبی، شکستگی باز و آسیب‌های همراه و بیمارانی که سابقه شکستگی قبلی در همان ناحیه داشتند نیز از مطالعه خارج شدند. بدین ترتیب ۸۷ بیمار (۶۴ پسر و ۲۳ دختر) بین سنین ۱ تا ۱۵ سال با میانگین سنی ۸ سال مورد بررسی قرار

یافته‌ها

تعداد ۴۴ بیمار (۵۰/۶٪) با رویکرد پشتی و ۴۳ بیمار (۴۹/۴٪) با رویکرد خارجی جراحی شدند. میانگین زمان عمل در رویکرد پشتی ۳۱ دقیقه و در خارجی ۳۸ دقیقه بود ($p=0/043$).

نتایج بررسی دامنه حرکتی بعد از جراحی کل بیماران نشان داد که میانگین میزان فلکشن ۲ ماه بعد از جراحی در رویکرد پشتی $134/25 \pm 31/31$ (دامنه ۱۴۰-۱۲۵) و در رویکرد خارجی $138/86 \pm 3/94$ (دامنه ۱۴۲-۱۳۵) و اختلاف بین دو گروه معنادار بود ($p=0/021$). میانگین محدودیت اکستنشن ۲ ماه بعد از عمل در رویکرد پشتی $10/78 \pm 3/79$ (دامنه ۱-۲) و در رویکرد خارجی $7/13 \pm 4/93$ (دامنه ۰-۱۵) بود ($p=0/033$).

میانگین فلکشن ۶ ماه بعد از عمل در رویکرد پشتی $141/15 \pm 3/93$ (دامنه ۱۴۵-۱۳۳) درجه و در رویکرد خارجی $144/82 \pm 4/22$ (دامنه ۱۴۹-۱۴۰) درجه بود ($p=0/025$). میانگین محدودیت اکستنشن در رویکرد پشتی ۶ ماه بعد $3/8 \pm 2/98$ (درجه ۰-۱۰ تا ۱۰ درجه) و در رویکرد خارجی $3/16 \pm 2/93$ (درجه ۰-۱۰ تا ۱۰ درجه) بود. ($p=0/031$) (جدول ۱).

جدول ۱. فلکشن و اکستنشن در ۲ و ۶ ماه بعد از جراحی و اختلاف آنها در اثر گذشت زمان

رویکرد	در ۲ ماه		در ۶ ماه		p-value
	فلکشن	محدودیت اکستنشن	فلکشن	محدودیت اکستنشن	
پشتی	۱۳۴/۲۵	۱۰/۷۸	۱۴۱/۱۵	۳/۸	
خارجی	۱۳۸/۸۶	۷/۱۳	۱۴۴/۸۲	۳/۱۶	
	۰/۰۲۱	۰/۰۳۳	۰/۰۲۵	۰/۰۳۱	

زاویه «بومن» در دو رویکرد به صورت جداگانه بررسی شد. این زاویه در رویکرد پشتی در ۳ بیمار (۶/۸۲٪) کمتر از حد طبیعی و در یک بیمار (۲/۲۷) بیشتر از میزان طبیعی بود. در رویکرد خارجی، زاویه «بومن» در ۵ بیمار (۱۱/۶۲٪) کمتر از حد طبیعی و در ۲ بیمار (۴/۶۵٪) بالاتر از حد طبیعی بود.

زاویه «هومروکاپیتالار» در رویکرد پشتی، در ۶ بیمار (۱۳/۶۴٪) کمتر از حد طبیعی و در ۲ بیمار (۴/۵۵٪) بالاتر از حد طبیعی بود. در رویکرد خارجی، این زاویه در ۳ بیمار (۶/۹۸٪) کمتر از حد طبیعی و در ۴ بیمار (۹/۳٪) بالاتر از حد طبیعی بود.

گرفتند. فقط یک بیمار زیر ۲ سال با شکستگی سوپراکندیل وجود داشت.

تمامی بیماران قبل از جراحی تحت درمان جاناندازی بسته قرار گرفتند که نتیجه قابل قبول نبود. بنابراین بیماران وارد شده در مطالعه به صورت یک در میان در گروه جراحی با رویکرد پشتی (۴۴ بیمار) یا خارجی (۴۳ بیمار) قرار گرفتند. در تمامی موارد روش تثبیت استخوان با پین بود و بعد از تثبیت استخوان نتیجه با فلوروسکوپی بررسی گردید. جراحی توسط دو جراح ارتوپد انجام شد و زمان انجام عمل جراحی از شروع برش تا بستن کامل زخم در هر عمل ثبت گردید. پین‌ها بعد از ۴ هفته بیرون آورده و حرکت مفصل شروع شد و ثبت دامنه حرکتی مفصل دو ماه پس از عمل انجام پذیرفت. بررسی نهایی و بالینی و ارزیابی پرتونگاری از نظر زاویه «بومن»^۱ و زاویه‌های بین باز و انتهای استخوان «هومروکاپیتالار»^۲ و «زاویه حمل»^۳ ۶ ماه پس از عمل انجام پذیرفت. جهت تفسیر تصاویر پرتونگاری و تعیین زوایای لازم و تعیین دامنه حرکتی دو نفر متخصص ارتوپدی به صورت مستقل زوایا را اندازه‌گیری و میانگین آن دو به عنوان زاویه اندازه‌گیری شده در نظر گرفته شد. دامنه حرکات آرنج با گونیومتر اندازه‌گیری شد. حداکثر اکستنسیون آرنج سمت سالم به عنوان مرجع و برابر صفر درجه قرار داده شد. با توجه به منابع موجود دامنه حرکت طبیعی ۰-۱۴۵ درجه^(۱۹،۲۰)، میزان طبیعی زاویه «بومن» ۲۶-۹ درجه^(۲۰،۱۹)، «هومروکاپیتالار» ۴۴-۳۸ درجه^(۲۱) و زاویه «حمل» ۱۹-۱۱ درجه^(۲۲) در نظر گرفته شد.

برای تحلیل آماری از آزمون‌های توصیفی و استنباطی استفاده شد. برای تعیین ارتباط بین دو گروه پشتی و خارجی از نظر متغیرهای کیفی از آزمون غیرپارامتری «کای دو»^۴ و در صورت لزوم آزمون فیشر^۵ و با توجه به توزیع نرمال داده‌های کمی، برای مقایسه متغیرهای کمی با کیفی از آزمون پارامتری t برای گروه‌های مستقل^۶، و برای مقایسه متغیرهای کمی از آزمون t برای گروه‌های هم‌متا^۷ استفاده شد.

1. Baumann
2. Humero capitellar
3. Carrying
4. Chi-square
5. Fisher's exact test
6. t-student
7. Paired t-test

نتایج این مطالعه نشان داد که بیشتر بیماران زیر ۱۸ سال مبتلا به شکستگی سوپراکندیل را پسران تشکیل دادند و محدوده سنی شایع این شکستگی ۱۰-۶ سال بود. هر چند مطالعات گذشته این شکستگی را در پسران و در محدوده سنی ۷-۵ سال شایع تر دانسته‌اند^(۲،۱۴). زمان عمل در رویکرد پشتی کمتر از رویکرد خارجی بود که مشابه مطالعه «بامرونگتین»^۱ است^(۱۹) در این بررسی میزان فلکشن و اکستنشن در رویکرد خارجی نسبت به رویکرد پشتی در زمان مشابه بهتر بود به طوری که در ۲ ماه و ۶ ماه دامنه حرکتی در رویکرد خارجی نسبت به پشتی به ترتیب ۵/۵ و ۴/۳ درجه بیشتر؛ و در نتیجه دامنه حرکت در رویکرد خارجی بیشتر بود، هر چند این مقدار تغییر دامنه تأثیر عمده‌ای در فعالیت روزانه ندارد. در تایید این مطالب در مطالعات قبلی نیز ذکر شده که آسان‌ترین شیوه جراحی رویکرد پشتی است^(۲،۱۴) ولی می‌تواند منجر به خشکی مفصلی و درگیری عروقی شود. همچنین مطالعات دیگر شایع‌ترین عارضه جراحی را کاهش دامنه حرکت ذکر کرده‌اند^(۲،۱۵،۱۶). در واقع گفته شده که برخورد با شکستگی از طریق بافت پشتی درگیر نشده باعث ایجاد اسکار و در نتیجه خشکی مفصلی می‌شود^(۵،۱۷،۱۸). هر چند در مطالعه «بامرونگتین» بین کاهش دامنه حرکت در دو رویکرد تفاوت معنادار وجود نداشت^(۱۹).

همچنین در این بررسی‌ها مشخص شد بین فلکشن و اکستنشن و دامنه حرکت در ۲ ماه بعد از جراحی با همین متغیرها در ۶ ماه بعد از جراحی اختلاف معناداری وجود داشت و گذشت زمان بر بهبود میزان دامنه حرکت تأثیرگذار بود.

مطالعه «پیرون»^۲ و همکاران نشان داد میزان بدجوش‌خوردگی بدون عمل ۱۴٪ و با عمل ۳٪ بود^(۱۶). در مطالعه حاضر این مقدار ۹/۲٪ بود. در این مطالعه تغییرات غیرطبیعی زوایای «بومن» و «حمل» در رویکرد خارجی بیشتر و در نتیجه بدشکلی والگوس و واروس در این رویکرد نسبت به رویکرد پشتی بیشتر بود. در مطالعه «بامرونگتین» بین این دو زاویه در دو رویکرد پشتی نیز خارجی تفاوت معناداری وجود نداشت^(۱۹).

همچنین در این مطالعه تغییرات غیرطبیعی زاویه «هومروکاپیتلار»

زاویه «حمل» در رویکرد پشتی، در ۳ بیمار (۶/۸۲٪) کمتر از حد طبیعی و در یک بیمار (۲/۲۷٪) بالاتر از حد طبیعی بود. در رویکرد خارجی، این زاویه در ۵ بیمار (۱۱/۶۳٪) کمتر از حد طبیعی و در ۲ بیمار (۴/۶۵٪) بالاتر از حد طبیعی بود.

هشت بیمار (۹/۲۰٪) دچار بدشکلی واروس، ۳ بیمار (۳/۴۰٪) بدشکلی والگوس، ۴ بیمار (۴/۶۰٪) دچار عفونت و ۱۵ بیمار (۱۷/۲۰٪) دچار خشکی مفصل شدند و ۵۷ بیمار هیچ‌یک از عوارض فوق را نداشتند. در بیمارانی که دچار خشکی مفصل شدند، میانگین دامنه حرکتی $134 \pm 4/3$ (۱۲۷-۱۴۲) بود.

چهار عارضه فوق در دو رویکرد نیز به صورت جداگانه بررسی شد. نتایج در جدول ۳ درج گردیده است. با وجود اینکه بدشکلی واروس و والگوس در رویکرد خارجی و خشکی مفصل در رویکرد پشتی بیشتر بود، این موارد از نظر آماری با یکدیگر اختلاف معنادار نداشتند.

جدول ۳. عوارض بعد از عمل در دو رویکرد پشتی و خارجی در شکستگی‌های سوپراکندیلار هومروس بعد از ۶ ماه

رویکرد	بدشکلی واروس	بدشکلی والگوس	عفونت پین	خشکی مفصل	بدون عارضه
پشتی	۳	۱	۲	۹	۲۹
خارجی	۵	۲	۲	۶	۲۸
p- value	۰/۱	۰/۰۷	۰/۰۶۵	۰/۰۸۳	-

میانگین زمان جوش‌خوردگی ۴۳ روز بود و تمامی بیماران در پایان ۲ ماه جوش‌خوردگی داشتند. وسیله تثبیت در زمان جوش‌خوردن خارج شد و حرکات آرنج بلافاصله شروع گردید. هیچ مورد جوش‌نخوردگی و هیچ مورد آسیب عصبی بعد از عمل گزارش نشد.

بحث

شکستگی‌های سوپراکندیل هومروس یکی از شایع‌ترین شکستگی‌های کودکان می‌باشد. در نوع ۳ این شکستگی‌ها سه درمان متداول جاناندازی بسته، پین‌گذاری از راه پوست و جاناندازی باز می‌باشد. بیشتر این شکستگی‌ها با پین‌گذاری از راه پوست قابل درمان هستند ولی در مواردی که امکان جاناندازی بسته وجود ندارد و یا در موارد شکستگی باز، نیاز به جاناندازی باز می‌باشد^(۲).

انجام این مطالعه محدودیت‌هایی در برداشت که عمدتاً عبارت بودند: عدم همکاری بیماران در مراجعه بعد از ۶ ماه که با توجه به این شرایط ویزیت بیشتر بیماران به ۲ هفته، ۱ ماه، ۲ ماه و ۶ ماه بعد جراحی محدود شد.

در مجموع با مقایسه رویکردهای مختلف جراحی، نتیجه این مطالعه نشان داد که رویکرد پشتی ساده‌تر و آسان‌تر است و در زمان کوتاه‌تری عمل به پایان می‌رسد، اما کاهش دامنه حرکت در رویکرد پشتی نسبت به رویکرد خارجی بیشتر است؛ اگرچه این مقدار کاهش دامنه حرکت از نظر بالینی اهمیت زیادی ندارد. در مقابل در رویکرد خارجی نسبت به پشتی، احتمال بدشکلی بیشتر می‌باشد. میزان عفونت نیز در دو رویکرد یکسان است.

در رویکرد خارجی نسبت به رویکرد پشتی در درصد کمتری از بیماران مشاهده شد که این موضوع می‌تواند با بیشتر بودن دامنه حرکت در رویکرد خارجی نسبت به رویکرد پشتی مطابقت داشته باشد.

در یک مطالعه بعد از بررسی ۴۲۰ جاناندازی باز شکستگی، میزان عفونت ۲/۵٪ ذکر شد^(۲) که کمتر از ۴/۶٪ در مطالعه حاضر می‌باشد. در این مطالعه میزان عفونت در رویکرد خارجی ۴/۵٪ و در رویکرد پشتی ۴/۶٪ بود و اختلاف بین دو رویکرد معنادار نبود. همچنین در یک مطالعه مشابه هم درصد این عارضه در رویکرد پشتی ۵/۷۷ و در رویکرد خارجی ۶/۱ و تفاوت آماری معناداری گزارش نشد^(۱۹).

References

1. Landin LA, Danielsson LG. Elbow fractures in children. An epidemiological analysis of 589 cases. *Acta Orthop Scand*. 1986;57(4):309-12.
2. Skaggs DL, Flynn JM. Supracondylar fractures of the distal humerus. In: Bucholz RW, Heckman JD, Court-Brown C, eds. *Rockwood and Green's fractures in adults*. 7th ed. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins; 2010. p 487-532.
3. Prietto CA. Supracondylar fractures of the humerus. A comparative study of Dunlop's traction versus percutaneous pinning. *J Bone Joint Surg Am*. 1979;61(3):425-8.
4. Holden CE. The pathology and prevention of Volkmann's ischaemic contracture. *J Bone Joint Surg Br*. 1979;61-B(3):296-300.
5. Omid R, Choi PD, Skaggs DL. Supracondylar humeral fractures in children. *J Bone Joint Surg Am*. 2008;90(5):1121-32.
6. Weiland AJ, Meyer S, Tolo VT, Berg HL, Mueller J. Surgical treatment of displaced supracondylar fractures of the humerus in children. Analysis of fifty-two cases followed for five to fifteen years. *J Bone Joint Surg Am*. 1978;60(5):657-61.
7. Sibly TF, Briggs PJ, Gibson MJ. Supracondylar fractures of the humerus in childhood: range of movement following the posterior approach to open reduction. *Injury*. 1991;22(6):456-8.
8. Danielsson L, Pettersson H. Open reduction and pin fixation of severely displaced supracondylar fractures of the humerus in children. *Acta Orthop Scand*. 1980;51(2):249-55.
9. Gennari JM, Merrot T, Piclet B, Bergoin M. Anterior approach versus posterior approach to surgical treatment of children's supracondylar fractures: comparative study of thirty cases in each series. *J Pediatr Orthop B*. 1998;7(4):307-13.
10. Brodeur AE, Silberstein MJ, Graviss ER, Luisiri A. The basic tenets for appropriate evaluation of the elbow in pediatrics. *Curr Probl Diagn Radiol*. 1983;12(5):1-29.
11. Koudstaal MJ, De Ridder VA, De Lange S, Ulrich C. Pediatric supracondylar humerus fractures: the anterior approach. *J Orthop Trauma*. 2002;16(6):409-12.
12. Kohn AM. Soft tissue alterations in elbow trauma. *Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med*. 1959;82:867-74.
13. Aronson DC, van Vollenhoven E, Meeuwis JD. K-wire fixation of supracondylar humeral fractures in children: results of open reduction via a ventral approach in comparison with closed treatment. *Injury*. 1993;24(3):179-81.
14. Minkowitz B, Busch MT. Supracondylar humerus fractures. Current trends and controversies. *Orthop Clin North Am*. 1994;25(4):581-94.
15. Gartland JJ. Management of supracondylar fractures of the humerus in children. *Surg Gynecol Obstet*. 1959; 109 (2): 145-54.
16. Pirone AM, Graham HK, Krajchich JI. Management of displaced extension-type supracondylar fractures of the humerus in children. *J Bone Joint Surg Am*. 1988;70(5):641-50.
17. Williamson DM, Cole WG. Treatment of selected extension supracondylar fractures of the humerus by manipulation and strapping in flexion. *Injury*. 1993;24(4):249-52.
18. Fleuriau-Chateau P, McIntyre W, Letts M. An analysis of open reduction of irreducible supracondylar fractures of the humerus in children. *Can J Surg*. 1998;41(2):112-8.
19. Bamrungthin N. Comparison of posterior and lateral surgical approach in management of type III supracondylar fractures of the humerus among the children. *J Med Assoc Thai*. 2008;91(4):502-6.
20. Baumann E. Beitrage zur Kenntnis der Fracturen am Ellbogengelenk. *Bruns Beitr F Klin Chir*. 1929, 146:1-50.
21. O'Brien WR, Eilert RE, Chang FM, et al. The metaphyseal diaphyseal angle as a guide to treating supracondylar fractures of the humerus in children. Presented at 54th Annual Meeting of AAOS. CA:San Francisco, 1987.
22. Beals RK. The normal carrying angle of the elbow. A radiographic study of 422 patients. *Clin Orthop Relat Res*. 1976;(119):194-6.