

## بررسی روش‌های موجود اندازه‌گیری ارتفاع مچ دست و پیشنهاد یک روش جدید

دکتر علیرضا سعید<sup>۱\*</sup>، دکتر داود جعفری<sup>۲</sup>، دکتر حمید طاهری<sup>۲</sup>، دکتر هومن شریعت زاده<sup>۲</sup>

### خلاصه

مقدمه: برای بررسی ارتفاع مچ دست دو روش مشهور وجود دارد که هر دو در رادیوگرافی روبرو انجام می‌شوند و به هر کدام اشکالات و معایبی وارد است. در این مطالعه سعی شده است یک معیار جدید در رادیوگرافی نیم‌رخ تعریف شود.

روش: این مطالعه مقطعی بر روی یکصد رادیوگرافی روبرو و نیم‌رخ مچ دست که از یک سری مچ دست بدون علامت گرفته شده بودند و سپس ۲۰ رادیوگرافی مربوط به بیماران با بیماری کینیاخ انجام شد. پس از تعیین نقاط فرانس جدید در رادیوگرافی‌های گروه طبیعی، سعی در تعیین این نسبت در این روش گردید. در مرحله بعد هم‌خوانی اندکس جدید با اندکس‌های تعریف شده قبلی برای این نسبت مورد آزمایش قرار گرفت. یافته‌ها: میزان عددی اندکس جدید  $0/35 \pm 0/04$  به دست آمد. از طرفی با محاسبه شاخص ICC (Intraclass correlation coefficient) از نظر اختلاف درون و بین مشاهده‌گران نسبت جدید از نسبت گروه Natrass بهتر بود، ولی بر نسبت گروه Youm برتری نداشت.

نتیجه‌گیری: در مجموع هر یک از روش‌ها دارای معایبی می‌باشند، ولی به نظر می‌رسد که روش جدید پیشنهادی دارای نقاط تعریف شده دقیق‌تری باشد. از اندکس پیشنهادی می‌توان به عنوان یک جایگزین و یا روش آلترناتیو در اندازه‌گیری ارتفاع مچ دست استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: مچ دست، رادیوگرافی، استخوان کاپیتیت

۱- استادیار گروه ارتوپدی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کرمان ۲- استادیار گروه ارتوپدی، دانشگاه علوم پزشکی ایران

\* نویسنده مسؤل، آدرس: دفتر گروه ارتوپدی، بیمارستان دکتر باهنر، کرمان • آدرس پست الکترونیک: arsaiedmd@yahoo.com

دریافت مقاله: ۱۳۸۶/۱۱/۶ دریافت مقاله اصلاح شده: ۱۳۸۷/۲/۲۱ پذیرش مقاله: ۱۳۸۷/۳/۸

## مقدمه

نسبت ارتفاع مچ دست (Carpal height ratio)، یک نسبت تعریف شده در رادیوگرافی است که در بررسی ناهنجاری‌های این مفصل مانند آرتريت روماتوئید و بیماری کینباخ کاربرد دارد و بر اساس آن برنامه درمانی بیمار تعیین می‌شود، به طوری که اگر در فرد مبتلا کاهش ارتفاع مچ دست ثابت شود، عقیده عمومی فعلی بر این است که بایستی به سمت آرتروز (خشک کردن مفصل)، از نوع محدود یا کلی پیش رفت و درمان‌هایی مانند کوتاه کردن رادیوس و یا بلند کردن آلتا توجیه ندارد (۱،۲). روش معمول برای اندازه‌گیری این نسبت، روش معروف به روش Youm می‌باشد که در آن طول (ارتفاع) مچ دست (Carpal height) به طول متاکارپ سوم در رادیوگرافی روبرو تقسیم می‌شود (۳).

چند سال بعد از انتشار مقاله مربوط به روش Youm، اندکس جدیدتری توسط Natrass و همکاران طراحی شد که در آن از نسبت بیشترین قطر استخوان کاپیتیت به ارتفاع مچ استفاده می‌گردد (۴). اما به هر یک از دو روش Youm و Natrass اشکالاتی وارد است. مثلاً در بسیاری موارد در رادیوگرافی روبروی مچ دست متاکارپ سوم به طور کامل دیده نمی‌شود که این مهم‌ترین مشکل و ایراد وارد به روش گروه Youm می‌باشد و روش گروه Natrass به دلیل این نقطه ضعف ابداع شد. به همین ترتیب به دلیل تنوعات طبیعی تعیین دقیق بیشترین طول کاپیتیت در رادیوگرافی روبرو مشکل است. به بعضی اشکالات دیگر این روش‌ها در قسمت بحث اشاره خواهد شد. با توجه به این که این دو روش در رادیوگرافی روبرو انجام می‌شوند سؤال مطرح در پژوهش فعلی این بود که آیا می‌توان با اندازه‌گیری این نسبت در رادیوگرافی نیم‌رخ مچ دست به دقت محاسبه با تعیین نقاط استاندارد افزود یا خیر؟ تا آنجا که نویسندگان اطلاع دارند چنین مطالعه‌ای تاکنون انجام نشده است.

## روش بررسی

در این مطالعه از نوع مقطعی و مورد - شاهدی که در بیمارستان شفاپنجایان تهران طراحی و اجرا گردید، ۱۲۰ رادیوگرافی مچ دست بررسی شد که در گروه مورد از ۲۰ رادیوگرافی که از بایگانی بیماران دچار بیماری کینباخ در مراحل مختلف بیماری به امانت گرفته شده بود و در گروه شاهد از یک صد رادیوگرافی مربوط به بیماران استفاده شد که فاقد هر گونه بیماری زمینه‌ای و دچار بیماری سندروم کانال مچی و یا گانگلیون بودند و به این بیمارستان یا مراکز دیگر درمانی مراجعه کرده بودند. لازم به توضیح است که با توجه به مطالعات مشابه (۳،۴) حجم نمونه برای این قسمت از مطالعه توسط متخصص آمار ۶۸ تا ۱۰۱ مورد تعیین شده بود. در هر دو گروه شرط وارد شدن به مطالعه بسته بودن صفحه رشد بود. در گروه شاهد نسبت ارتفاع مچ به روش پیشنهادی که توضیح آن در پی می‌آید، توسط نویسنده اول مقاله تعیین شد و مقدار طبیعی  $0/35 \pm 0/04$  به دست آمد (کلیه محاسبات بوسیله کامپیوتر انجام شد و محقق فقط فاصله‌ها را اندازه می‌گرفت). سپس برای مقایسه تفاوت بین مشاهده گر و مشاهده گران (Inter and intraobserver variability) در مورد اندکس‌های موجود در دو سری بیست تایی فوتوگرافی از رادیوگرافی‌های گروه مورد (بیماران کینباخ)، سه اندکس زیر توسط دو متخصص خارج از مطالعه که از هدف مطالعه و اصولاً این که اندکس پیشنهادی "جدید" است آگاه نبودند، اندازه‌گیری و به فاصله دو هفته تکرار شد:

اندکس Youm: نسبت ارتفاع کارپ به طول متاکارپ سوم در رادیوگرافی روبرو (شکل ۱).

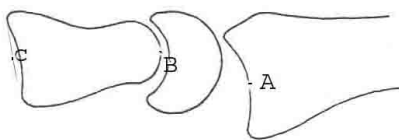
اندکس پیشنهادی Natrass و همکاران: نسبت ارتفاع کارپ به بیشترین طول کاپیتیت در رادیوگرافی روبرو (شکل ۲).

اندکس پیشنهادی جدید: در رادیوگرافی نیم‌رخ سه نقطه مشخص می‌شود: خلفی‌ترین نقطه در سطح مفصلی دیستال

می‌شد (شکل‌های ۱-۳) و از آنان هم خواسته می‌شد که بر روی تصاویر رادیوگرافی داده شده به آنها این اندازه‌گیری‌ها را انجام دهند:

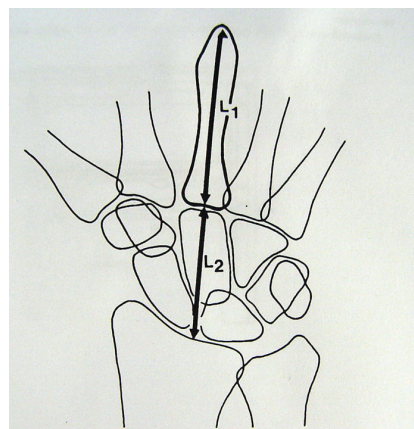
در رادیوگرافی روبرو طول متاکارپ سوم، بیشترین طول استخوان کاپیتیت و ارتفاع میچ آن چنان که در مقاله اولیه گروه Youm و Natrass توضیح داده شده است. در رادیوگرافی نیم‌رخ فاصله‌هایی که توسط پژوهشگران حاضر تعیین شده بود.

تعیین مقدار عددی نسبت ارتفاع میچ تا دو رقم اعشار به عهده کامپیوتر بود. سپس در این مرحله تصمیم‌گیری می‌شد که بر اساس میزان عددی اندازه‌گیری شده توسط هر اندازه‌گیر (و محاسبه شده به وسیله کامپیوتر) و در هر مرحله، آیا فروپاشی میچ وجود دارد یا نه؟ بنا به عقیده عمومی اگر نسبت Youm کمتر از  $0/51$  و نسبت Natrass کمتر از  $1/52$ ، و در مورد اندکس جدید، آن چنان که تعیین شده بود، اگر زیر  $0/31$  باشد فروپاشی میچ وجود دارد. به این ترتیب عملاً توسط هر داوطلب ۱۴ اندازه‌گیری و شش تصمیم‌گیری (وجود یا عدم فروپاشی بر اساس نسبت‌های Youm و Natrass و اندکس جدید، هر یک در دو مرحله) در هر رادیوگرافی انجام می‌شد. در واقع تصمیم‌گیری‌ها در مرحله بعد و پس از محاسبه نسبت‌ها انجام می‌شد و اندازه‌گیر فقط پنج اندازه‌گیری در هر رادیوگرافی انجام می‌داد.

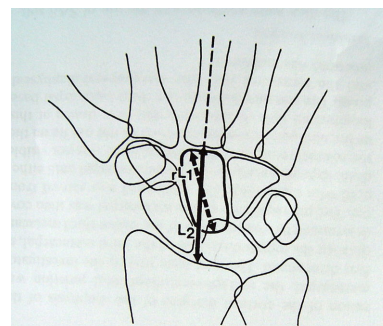


شکل ۳: اندازه‌گیری نسبت ارتفاع میچ با روش جدید

بدین ترتیب برای اندازه‌گیری پایایی بین و درون اندازه‌گیر (inter and intraobserver reliability) در مورد



شکل ۱: اندازه‌گیری نسبت ارتفاع میچ با روش گروه Youm



شکل ۲: اندازه‌گیری نسبت ارتفاع میچ با روش گروه Natrass

رادیوس (A)، خلفی‌ترین نقطه در کاپیتیت (B) و نقطه وسط خطی که دو سر کاپیتیت را به هم وصل می‌کند (C) که به دلیل شکل خاص کاپیتیت در رادیوگرافی نیم‌رخ، تعیین این نقطه آسان است. نسبت پیشنهادی جدید عبارت است از  $AB/AC$  (شکل ۳).

لازم به توضیح است که فقط رادیوگرافی‌های نیم‌رخ واقعی (منطبق بودن تمام متاکارپ‌ها بر هم و دیستال رادیوس و آلنا بر هم) در وضعیت خنثی از نظر فلکشن و اکستنشن و رادیوگرافی‌های روبرویی که تمام متاکارپ سوم در آن دیده می‌شد به مطالعه وارد گردیدند. هم‌چنین برای اندازه‌گیران قبل از هر مرحله اندازه‌گیری، توضیح کافی در مورد هر سه روش همراه با شکل مربوطه داده

نداشت، تعیین نقاط مشکل و گاهی غیر ممکن می‌شد. در مورد اندکس Youm مهم‌ترین مشکل دیده نشدن کامل متاکارپ سوم در بسیاری از موارد بود، هم‌چنین سایه انتهای پروکسیمال متاکارپ سوم در موارد زیادی با استخوان‌های مچ دست هم‌پوشانی داشت و اندازه‌گیری دقیق را مشکل می‌کرد. در مورد قسمت دوم مطالعه یعنی تعیین اختلاف بین مشاهده گر (اندازه‌گیر) و مشاهده گران (اندازه‌گیران) و توافق اندکس‌ها در مورد فروپاشی مچ این نتایج به دست آمد (جدول ۱):

بر اساس نتایج به دست آمده هر سه اندکس مورد مطالعه دارای پایایی بین اندازه‌گیر در حد خوب می‌باشند (ICC برای اندکس Youm برابر با ۰/۸۳ و برای اندکس جدید و Natrass برابر با ۰/۸۶). پایایی درون اندازه‌گیر برای هر دو نسبت Youm و Natrass در حد خوب بود (ICC به ترتیب ۰/۸۳ و ۰/۸۴). این در حالی است که پایایی بین اندازه‌گیران برای اندکس جدید در حد بالا به دست آمد (ICC=۰/۹۱). از نظر روایی بازگویی فروپاشی، نسبت Youm و اندکس جدید دارای پایایی درون و بین اندازه‌گیر مطلوب (K به ترتیب= ۰/۷۳ و ۰/۷۰) هستند که در مورد نسبت Natrass این پایایی در حد قابل قبول بود (K=۰/۶۰) و به عبارت دیگر اگر اندازه‌گیر در مرتبه اول با نسبت اندازه‌گیری شده‌اش برای یک مچ فروپاشی را پیش‌بینی می‌کرد، احتمال این که در مرتبه دوم هم این نتیجه تکرار گردد، برای اندکس Youm و اندکس جدید بیشتر از اندکس Natrass بود.

داده‌های کمی از شاخص (Intraclass Correlation Coefficient) ICC و در مورد داده‌های دو حالتی از شاخص معیار کاپا (Kappa:K) استفاده شد. بر اساس ملاک‌های تثبیت شده تفسیر نتایج، ICC بین ۰/۹ تا ۰/۹۹ پایایی بالا (high)، ۰/۸ تا ۰/۸۹ خوب (good)، ۰/۷ تا ۰/۷۹ نسبتاً خوب (fair) و کمتر از ۰/۶۹ پایایی ضعیف (poor) در نظر گرفته شد (۵). برای تفسیر ضرایب کاپا مقیاس پیشنهادی توسط Landis و Koch مورد استفاده قرار گرفت که در آن ۰/۸ تا ۱ توافق تقریباً کامل (perfect almost)، ۰/۶۱ تا ۰/۸ توافق مطلوب (substantial)، ۰/۴۱ تا ۰/۶ توافق قابل قبول (moderate)، ۰/۲۱ تا ۰/۴ نه چندان بد (fair)، ۰/۲ تا ۰/۱۰ توافق کم (slight) و ۰/۱۰ توافق ضعیف (poor) در نظر گرفته شد (۶). در پایان داده‌ها به وسیله نرم‌افزار SPSS 15.5 تحلیل شدند.

## نتایج

از مجموع ۱۳۸ رادیوگرافی که در ابتدا در گروه طبیعی مورد بررسی قرار گرفتند، ۳۸ رادیوگرافی به علت عدم رعایت واقعی بودن وضعیت نیم‌رخ و یا وضعیت خنثی مچ دست و یا کیفیت نامناسب از مطالعه خارج شدند. هم‌چنین در گروه مربوط به بیماران کینباخ برای پیدا کردن ۲۰ عدد رادیوگرافی، به علت دیده نشدن تمام طول متاکارپ سوم ۴۲ رادیوگرافی در ابتدا بررسی شدند. تعیین نقاط در مجموع در مورد اندکس پیشنهادی جدید، به شرط این که رادیوگرافی کیفیت خوبی داشته باشد از بقیه آسان‌تر بود اما در مواردی که رادیوگرافی کیفیت خوب و حتی عالی

جدول ۱: نتایج به دست آمده در مورد مقایسه اندکس جدید با اندکس‌های قبلی

متغیر	Youm	تفسیر	Natrass	تفسیر	جدید	تفسیر
تفاوت بین اندازه‌گیر	۰/۸۶	خوب	۰/۸۳	خوب	۰/۸۳	خوب
تفاوت بین اندازه‌گیران	۰/۸۳	خوب	۰/۸۴	خوب	۰/۹۱	بالا
توافق در پیش‌بینی فروپاشی	۰/۷۳	مطلوب	۰/۶۰	قابل قبول	۰/۷۰	مطلوب

## بحث

در این مطالعه ضمن مروری بر روش‌های معمول اندازه‌گیری ارتفاع مچ دست سعی شد یک روش جدید برای اندازه‌گیری این مقدار، این بار در رادیوگرافی نیم‌رخ مچ دست تعیین شود. در واقع در روش جدید اگرچه احتیاج به رادیوگرافی با کیفیت خوب و حتی عالی می‌باشد ولی چون نقاط مورد اشاره در آن واضح و تعریف شده‌اند و در هر رادیوگرافی لترال مچ دست دیده می‌شوند، بنابراین بر دقت محاسبه افزوده می‌شود.

برای اندازه‌گیری ارتفاع مچ گروه Youm در سال ۱۹۷۸ از حاصل عددی تقسیم فاصله پایه متاکارپ سوم بر طول متاکارپ انگشت وسط استفاده کردند. میزانی که آنها به دست آوردند  $0/54$  با انحراف معیار  $0/03$  بود. این نسبت امروزه نیز به نام خود آنها شناخته شده و در کتابهای مرجع ارتوپدی به عنوان استاندارد نام برده می‌شود (۱). از طرف دیگر گروه Bouman در سال ۱۹۹۴ یک نسبت جدید طرح کردند که در آن از حاصل تقسیم بیشترین طول کاپیتیت بر فاصله پایه متاکارپ سوم تا سطح مفصلی دیستال رادیوس (که به همان روش گروه Youm به دست می‌آمد) استفاده می‌شد (۷). گروه Natrass در همان سال از همین ارقام، ولی به صورت معکوس استفاده نمودند. اگرچه بر اساس اطلاع نویسندگان مطالعه‌ای که به مقایسه روش‌های مرسوم اندازه‌گیری ارتفاع مچ پردازد انجام نگرفته است، ولی گفته شده که این روش، از روش مرسوم، یعنی روش Youm دقیق‌تر است (۸).

آن چنان که در مقدمه اشاره شد، به هر یک از دو روش Youm و Natrass اشکالاتی وارد است. به عنوان مثال در بسیاری از موارد در رادیوگرافی روبروی مچ دست متاکارپ سوم به طور کامل دیده نمی‌شود که این مهم‌ترین مشکل و ایراد وارد به روش گروه Youm می‌باشد و حتی آن‌چنان که گفته شد روش گروه Natrass به همین دلیل ابداع گردید. در مطالعه فعلی نیز برای به دست آوردن ۲۰

رادیوگرافی برای گروه بیماران کینباخ بیش از ۴۰ رادیوگرافی بررسی شد (جالب است که این رادیوگرافی‌ها در بیماران با تشخیص کینباخ گرفته شده بودند!). هم‌پوشانی پایه متاکارپ سوم و استخوان‌های مچ که اندازه‌گیری دقیق را مشکل می‌کند از اشکالات دیگر وارد به این روش است (۷). در مورد روش گروه Natrass مهم‌ترین اشکال تنوعات طبیعی شکل کاپیتیت است که در رادیوگرافی روبرو گاهی تعیین بزرگترین قطر استخوان را مشکل می‌کند (۸،۹). هم‌چنین چون در این روش تعیین ارتفاع مچ به همان روش گروه Youm انجام می‌گیرد (شکل ۲)، بنابراین دیده نشدن تمام طول متاکارپ سوم در رادیوگرافی در این جا هم یک اشکال است. علاوه بر این، به نظر نویسندگان اشکال وارده به هر دو روش عدم وجود تعریف دقیق و توانایی تکرار در رادیوگرافی روبروی مچ دست است که از دقت محاسبه می‌کاهد و به عبارت دیگر تغییر در زاویه مچ دست از نظر انحراف به طرفین و سوپیناسیون و پروناسیون بر نسبت محاسبه شده تأثیر می‌گذارد که این موضوع در محاسبه اندکس‌های مچ دست نشان داده و ثابت شده است (۱۰، ۱۱).

شاید یک مزیت روش مطرح شده در مطالعه فعلی، استفاده مستقیم آن از فاصله بین دیستال رادیوس و کاپیتیت باشد، زیرا عملاً در موارد فروپاشی مچ این فاصله است که کاهش می‌یابد و در سایر روش‌ها با بررسی نسبت کاپیتیت و متاکارپ سوم به فاصله بین دیستال رادیوس و پایه متاکارپ سعی در رسیدن به این فاصله می‌شود.

روش پیشنهادی جدید برای اولین بار سعی در اندازه‌گیری و تعریف نسبت ارتفاع مچ در رادیوگرافی نیم‌رخ کرده است. در واقع به این روش نیز معایبی وارد است. از جمله این که رادیوگرافی باید نیم‌رخ واقعی و با کیفیت عالی باشد، و گرنه نمی‌توان نقاط تعریف شده را به سادگی مشخص کرد. از طرف دیگر نسبتی که در مطالعه فعلی محاسبه شده، دامنه نسبتاً وسیعی دارد (از  $0/31$  تا

(Gold standard) وجود ندارد، بایستی در فکر تعیین اندکس‌های جدید و دقیق‌تر برای این نسبت بود. مطالعه فعلی تلاشی در این جهت بود و آینده مشخص خواهد کرد که تا چه حد موفق بوده است.

محدودیت اصلی در مورد مطالعه فعلی این بود که در بیمارستان مورد مطالعه (و احتمالاً در هیچ بیمارستان دیگری در کشورمان) برای انجام رادیوگرافی نیم‌رخ مچ دست از دستگاه‌های مخصوص "یکسان کننده" برای دادن وضعیت فلکشن خنثی به مفصل استفاده نمی‌شود. برای جبران، حداکثر سعی برای انتخاب نمونه‌های نیم‌رخ واقعی بکار برده شد و از طرفی چون در مطالعه فعلی نسبت‌ها محاسبه می‌شدند و نه اعداد، شاید این مسأله اهمیت زیادی نداشته باشد.

۰/۳۹) که البته از دقت اندکس می‌کاهد. همچنین آن چنان که دیده شد از نظر تفاوت بین مشاهده گر و مشاهده گران در پیش‌بینی فروپاشی مچ دست، اگر چه اندکس جدید از اندکس گروه Natrass بهتر است، ولی بر اندکس گروه Youm برتری واضحی ندارد، اگرچه شاید در مورد این قسمت نیاز به انجام مطالعات وسیع‌تری باشد. در واقع آن چه که در اندازه‌گیری نسبت ارتفاع مچ اهمیت می‌یابد پیش‌بینی فروپاشی است و نه میزان عددی آن.

در پایان تکیه بر این نکته الزامی است که هدف از اندازه‌گیری ارتفاع مچ در رادیوگرافی تعیین وجود یا عدم فروپاشی در مچ است و همان‌گونه که اشاره شد، برنامه درمانی بیمار بر اساس آن تغییر می‌کند. با توجه به این که برای تعیین کردن ارتفاع مچ یک روش استاندارد طلایی

## A Survey on Current Methods of Carpal Height Ratio Measurement and Suggestion of a New Method

Saied A.R., M.D.<sup>1\*</sup>, Jafari D., M.D.<sup>2</sup>, Taheri H., M.D.<sup>2</sup>, Shariatzadeh H., M.D.<sup>2</sup>

1. Assistant professor of orthopedics, Kerman University of medical sciences, Kerman, Iran

2. Assistant professor of orthopedics, Iran University of medical sciences, Tehran, Iran

\* Corresponding author, e-mail: arsaiedmd@yahoo.com

(Received 25 Jan. 2008 Accepted 28 May 2008)

### Abstract

**Background & Aims:** Two famous methods are commonly used for the measurement of carpal height ratio. Both methods are performed on anteroposterior radiogram and have some shortcomings. We are going to introduce a new method for measuring this index in lateral view of the wrist radiogram.

**Methods:** This cross-sectional and case-control study was conducted on 100 anteroposterior and lateral radiograms of asymptomatic individuals and then 20 radiograms of patients with Kienbock disease in various stages of the disease. After determining new reference points on the radiograms of the "normal" group, it was tried to define the ratio by new method. In the next stage the interobserver and intraobserver agreement of the new index was assessed along with previous defined indices.

**Results:** All three methods had some limitations, but overall it seems that the new method has more precise reference points. With regard to inter and intraobserver variability the new index was better than the Natrass group index, but not than the Youm group index.

**Conclusion:** The new index can be used as a substitute or an alternative in carpal height measurement.

**Keywords:** Wrist, Radiography, Capitite bone

## References

1. Amadio P.C., Moran S.L. fractures of the carpal bones. In: Green D.P., Hotchkiss R.N., Pederson W.C. and Wolfe S.W. (editors), Green's operative hand surgery. 4<sup>th</sup> ed., Vol 1, Churchill Livingstone, 2003; P711-68.
2. Wright II P.E. Wrist disorders. In: Canale S.T. (Editor), Campbell's operative orthopedics. 11<sup>th</sup> ed., Vol 4., Mosby, 2008; P3999 – 4102.
3. Youm Y, McMurthy RY, Flatt AE, Gillespie TE. Kinematics of the wrist. I. An experimental study of radial-ulnar deviation and flexion-extension. *J Bone Joint Surg Am* 1978; 60(4):423-31.
4. Nattrass GR, King GJ, McMurtry RY, Brant RF. An alternative method for determination of the carpal height ratio. *J Bone Joint Surg Am* 1994; 76(1): 88-94.
5. Currier D. Elements of research in physical therapy. 3<sup>rd</sup> ed., Baltimore, MD: Williams & Wilkins; 1990.
6. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 1977; 33: 159-74.
7. Bouman HW, Messer E, Sennwald G. Measurement of ulnar translation and carpal height. *J Hand Surg [Br]* 1994; 19(3):325-9.
8. Zdravkovic V, Sennwald GR. A new radiographic method of measuring carpal collapse. *J Bone Joint Surg Br* 1997; 79(1):167-9.
9. Oberman WR. Radiology of carpal instability: a clinical and anatomical study. *Oegstgeest De Kempenaer* 1991: 30.
10. Fisk GR. The wrist. *J Bone Joint Surg Br* 1984; 66(3):396-407.
11. Friberg S, Lundström B. Radiographic measurements of the radio-carpal joint in normal adults. *Acta Radiol Diagn (Stockh)* 1976;17(2):249-56.