

## فصل ۲

### بررسی بیومکانیک دست

#### مقدمه

**دست انسان** یک عضو برجسته و قابل ملاحظه از اعضا بدن است که برای اجرای بسیاری از اعمال بیشمار روزانه و عملکردی مهم و اساسی از جمله **Prehension** است. **Prehension** که همه مورد آن تنها در دست ملاحظه می‌شود، یک حرکات گاز انبری شکل است که در خرچنگ آبی و یا در پنجه میمون نیز دیده می‌شود ولی شکل تکامل یافته آن تنها در انسان یافت می‌شود. علت این تکامل در انسان، حرکات ویژه‌ای در شست بنام **Opposition** است که شست را در مقابل هر یک از انگشتان تماس می‌دهد. البته حرکت **Opposition** در میمون‌های بزرگ نیز دیده می‌شود اما از نظر دامنه (**Range**) حرکتی نسبت به انسان محدودتر است.

از نظر نقطه عملکردی، دست ارگان موثر اندام فوقانی است. دست نه تنها یک ارگان حرکتی است بلکه به عنوان یک ارگان حسی که بسیاری از گیرنده‌های حسی در آن قرار دارد، فیدبک‌هایی را از طریق محیط دریافت و جهت عکس‌العمل مناسب، ارسال می‌نماید و نهایتاً دست اطلاعاتی را از لحاظ ضخامت و فاصله اشیاء برای کورتکس مغز ارسال می‌نماید و بنابراین مسئول توسعه و گسترش احساس و ادراک بینایی از طریق چک کردن اطلاعات می‌باشد.

بدون دست، اندیشه ما از دنیای اطرافمان بی‌روح و ثابت است و دچار فقدان مقابله با محیط می‌شویم بطوری که می‌توان گفت هدف عمده از حضور دیگر مفاصل اندام فوقانی، ایجاد وضعیت‌های بهتر و مناسب‌تر جهت تطابق دست با محیط می‌باشد. دست یک ارگان اساسی برای حس‌های ویژه مانند استرگنوزیس، وزن، درجه حرارت می‌باشد. در صورت فقدان بینایی، دست به عنوان چشم دومی جهت شناخت اشیاء می‌باشد.

با این مقدمه، لازم است که اطلاعات کامل‌تری در زمینه‌های مختلف از دست (**Hand**) کسب نماییم.

## پوست دست

**پوست دست**، بافت محافظتی بدن است و خصوصیت آن در دست منحصر بفرد است.

در نمای پالمار یا ولار (کف دست)، پوست ضخیم‌تر، از لحاظ رنگ روشن‌تر و از لحاظ وضعیت بیشتر سطح آن ثابت است. پوست کف دست سفت و مقاوم‌تر است ولی به اندازه کافی قابلیت تحرک را دارد و مناسب‌ترین شرایط را جهت تهیه اسپینت دارد. پوست کف دست با چین‌ها یا خطوطی مشخص می‌شوند که از نظر آناتومیکی و عملکردی بیشترین اهمیت را دارد. این چین‌ها راهنمای خوبی در هنگام کشیدن الگو و بستن اسپینت و نیز در حرکت درمانی می‌باشند. فاسیای سطحی در نمای پالمار، بافت چربی‌داری است. مثلث پالمار در مرکز کف دست از چین کف دستی انتهایی که قاعده‌اش است و اتصال برجستگی‌های هایپوتنار و تنار در میج دست، بعنوان راسش تشکیل شده است. مثلث پالمار در ناحیه کف دست، فاقد چربی است و به پوست وسعت خوبی می‌دهد و اجازه می‌دهد که در موقع مشت کردن، گودی کف دست عمیق‌تر شود. چربی پوست فضاهای وب را گسترش می‌دهد تا از دسته‌های عروقی مخصوصا سیاهرگ‌ها محافظت کند. فاسیای سطحی روی نمای خلفی دست، خیلی نازک است. فاسیای عمقی در کف دست، از لحاظ عملکردی، ضخامت و ثبات به پوست می‌دهد.

در نمای دورسال یا خلفی (پشت دست)، پوست شل، نازک و تیره‌تر است و مستقیماً به ساختار استخوانی زیر آن نجسبیده است. پوست پشت دست چین خورده است و به پوست اجازه کشش را می‌دهد تا شخص بتواند یک مشت درست کند. اگر پوست روی سطح دورسال دست، سفت باشد، چروک‌های پوست دست ناپدید شده و نتیجتاً دست برای مشت کردن، مشکل خواهد شد. پوست پشت دست نرم، ظریف و چین خورده است که به پوست اجازه کشش و قابلیت تحرک می‌دهد و اجازه حرکت **ext. flex.** و مشت کردن می‌دهد. در صورت زخم یا ادم در پشت دست حرکت عادی و عملکرد دست محدود می‌شود. فاسیای عمقی در سطح خلفی دست، دو لایه است. لایه سطحی فاسیای عمقی تاندون‌های اکستانسور را می‌پوشاند و به درون اکستانسور هود و روی نمای اکستانسور انگشتان ادامه می‌یابد. لایه عمقی فاسیای عمقی بین استخوان‌های بین متاکارپ‌ها را می‌پوشاند. معمولاً در شرایط عادی پوست پشت دست، شرایط مناسبی جهت تجویز اسپینت ندارد.



نمای پوست کف دست



نمای پوست پشت دست

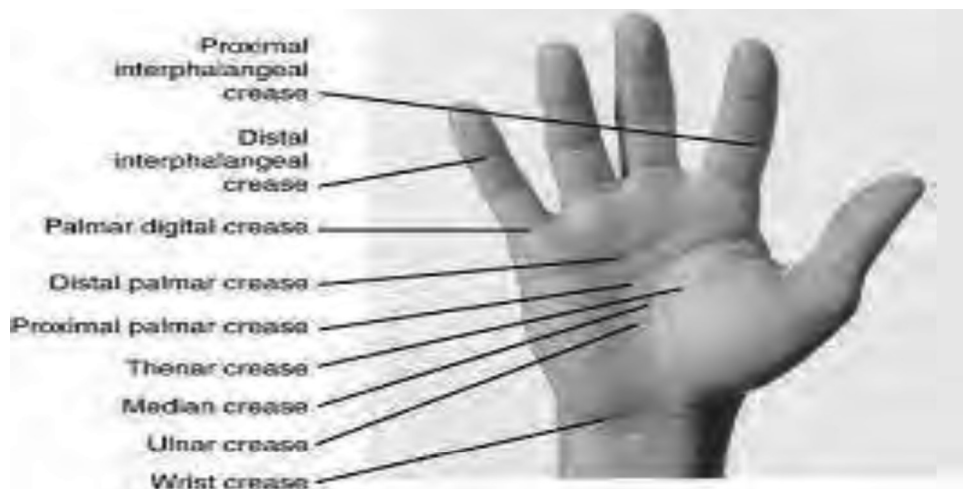
## چین‌های دست

چین‌های مچ دست (Proximal, Middle, Distal Wrist Crease)

چین‌های کف دست (Thenar, Proximal, Distal Palmar Crease)

چین‌های انگشتی (Proximal, Middle, Distal Digital Crease)

چین‌های انگشتی از نظر تطابق با مفاصل مربوطه به این ترتیب است که: چین پروگزیمال انگشتی دیستال تر نسبت به مفصل MP، چین میدل انگشتی منطبق با مفصل PIP و چین دیستال انگشتی پروگزیمال تر نسبت به مفصل DIP است.



محل چین‌های کف دست

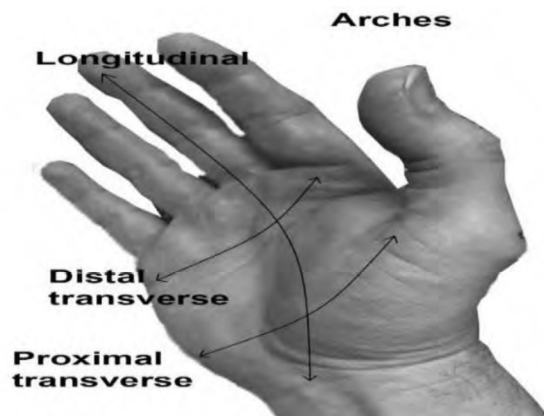
## عناصر ثابت و متحرک دست

- (۱) عناصر تقریباً ثابت دست شامل ردیف دیستال استخوان‌های کارپال، دومین و سومین متاکارپ است که به عنوان محل ثبات (Stable) عمل می‌کنند. واحدهای ثابت دست در دیستال مچ دست تحت تاثیر اکستانسورها و فلکسورهای اصلی مچ (F.C.R, E.C.R.b) عمل می‌کنند. واحدهای ثابت دست، واحدهای مرکزی را می‌سازند که حرکت عناصر دست حول آن صورت می‌گیرد.
- (۲) عناصر متحرک دست شامل ردیف پروگزیمال استخوان‌های کارپال، چهارمین و پنجمین متاکارپ است. متاکارپ پنجم تحرک بیشتری دارند و قابلیت خم شدن به قوس عرضی متاکارپ‌ها را می‌دهد.

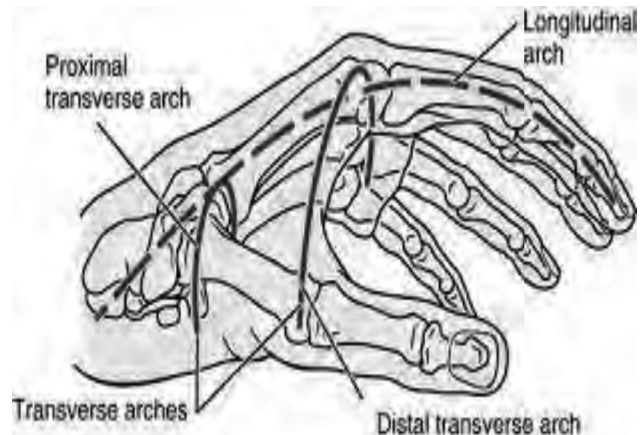
## محورها و قوس‌های دست

- (۱) **محور عرضی پروگزیمال کف دست (Proximal Transverse Metacarpal Arch):** شامل ردیف دیستال استخوان‌های مچ دست در تماس با استخوان‌های متاکارپ II الی IV می‌باشد. این محور Rigid است و به عنوان یک نقطه محور ثابت برای عضلات مچ دست و فلکسور انگشت Middle عمل می‌کند. این محور قوس عرضی پروگزیمال کف دست را می‌سازد.
- (۲) **محور عرضی دیستال کف دست (Distal Transverse Metacarpal Arch):** نزدیک به مفصل MCP است و از سر متاکارپ‌ها عبور می‌کند. این محور تقریباً در امتداد چین کف دست قرار دارد و بر اساس وضعیت Flex. انگشتان متحرک است. این محور قوس عرضی دیستال کف دست را می‌سازد.
- (۳) **محور طولی کف دست (Longitudinal Arch):** محور طولی در متاکارپ میانی و امتداد انگشت میانی (Middle) است. این محور قوس طولی کف دست را می‌سازد.

محور عرضی بر محور طولی دست عمود نیست و بدلیل کاهش طول متاکارپ‌ها از سمت رادیال به اولنا، این دو محور در یک زاویه مایل قرار می‌گیرد. وقتی شیء در دست نگه داشته می‌شود (در حالت Pron. ساعد)، این شیء موازی با سر متاکارپ‌ها است اما با محور حرکتی مفصل مچ دست موازی نیست و بدلیل تحرک قوس‌ها و متاکارپ‌ها، شیء در سمت رادیال بالاتر از سمت اولنا قرار می‌گیرد و این شیء موازی با زمین نیست. قوس‌های کف دست می‌تواند با تغییر و تطابق اندازه کف دست، جهت تماس با اشیاء مختلف در کف دست فیدبک‌های حسی اشیاء با کف دست را افزایش دهد. همچنین در سطح تماس با اشیاء سبب ثبات شیء در کف دست می‌شود.



محل لمس محورهای کف دست



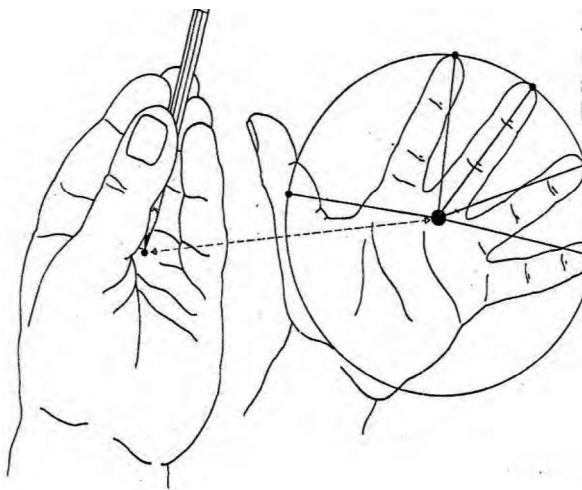
نمای شماتیک محورهای کف دست

## مرکز آناتومیکال دست

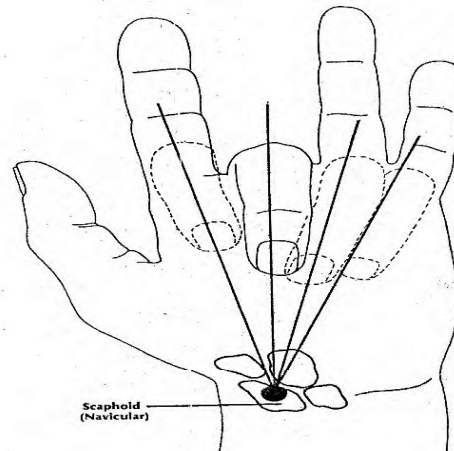
در طراحی یک اسپینلت، مرکز بالانس دست بسیار مهم است. مرکز آناتومیکال دست در سطح سر (Head) سومین متاکارپ واقع شده است. جهت پیدا کردن مرکز آناتومیکال دست، از فرد بخواهید که پنج انگشت خود را به شکل یک قیف یا مخروط در یک نقطه به یکدیگر نزدیک و متمرکز کند. حال اگر یک مداد از سر این مخروط وارد قاعده این مخروط کنید، نوک این مداد تقریباً در راس سر سومین متاکارپ قرار می‌گیرد.

## جهت کشش انگشتان دست

**جهت کشش انگشتان دست** در اسپینلت‌سازی و یا در تمرینات کشش (Traction) به انگشتان مهم است. جهت کشش انگشتان بطور مستقیم به ناحیه کف دست نمی‌باشد، بلکه با یک زاویه مایلی به سمت استخوان اسکافوئید و یا به سمت قاعده (Base) سومین متاکارپ می‌باشد. همه انگشتان (به جز انگشت Middle که تقریباً بطور مستقیم Flex می‌شود) با یک زاویه ۱۰-۳۰ درجه بطور مایل به سمت کف دست (متمایل به ناحیه اسکافوئید) Flex می‌شوند.

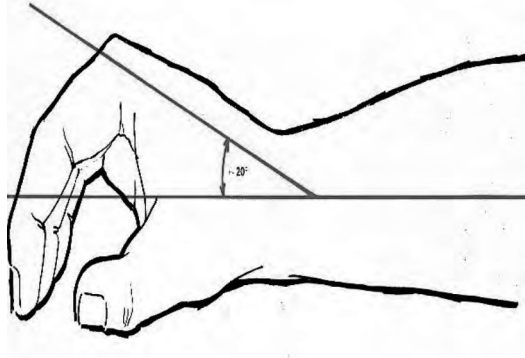


محل قرارگیری مرکز آناتومیک دست



جهت کشش انگشتان دست

### وضعیت استراحت مچ دست (Rest Position Hand)



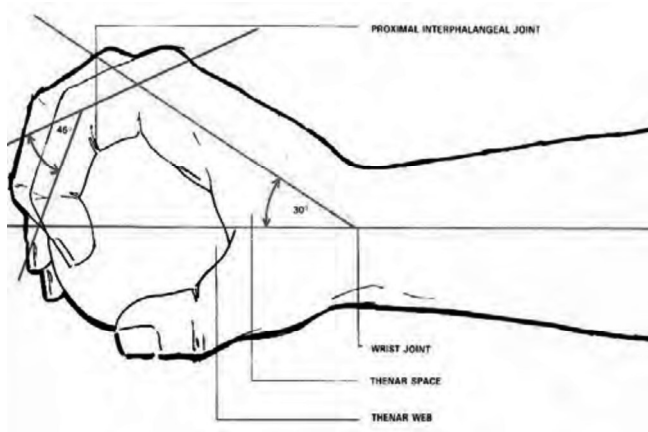
مچ دست: در ۲۰-۱۰ درجه ext.

شست: در Abd. و Partial Opposition بطوری که بتواند با پد (Pad) انگشت Index در تماس باشد.

MP و IP ها: در کمی Flex.

قوس طولی و عرضی (کارپال و متاکارپال): در این وضعیت حفظ شده است.

### وضعیت عملکردی مچ دست (Functional Position Hand)



ساعد: در Semi Pron.

مچ دست: در ۳۰-۲۰ درجه ext.

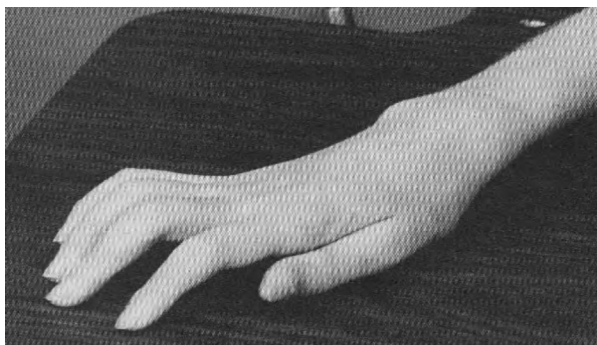
شست: در abd. و Opposition طوری که بتواند با پد چهار انگشت دیگر در تماس باشد.

MP: در حدود ۳۰ درجه Flex.

PIP: در حدود ۴۵ درجه Flex.

قوس عرضی: دیستال (متاکارپ) کمی گرد شده است.

### وضیعت غیرعملکردی / راحت دست (Non-Functional / Relax Position Hand)



ساعد: در Pron.

مچ دست: در Flex.

شست: در ext. و Retro-Position Add.

انگشتان: بویژه در سطح مفاصل MP نسبتاً ext. می‌باشند.

قوس عرضی: دیستال (متاکارپ) پهن شده است.

## زون‌های فلکسوری دست (Flexor Tendon Zone)

بر اساس آناتومی صفحات فیبری و انتها (Insertion) فلکسورهای سطحی و عمقی انگشتان سطح پالمار دست به چند منطقه (Zone) تقسیم می‌شود.

**Zone I:** به طور عرضی از DIP تا ناحیه دیستال به انتهای عضله F.D.P در ناحیه قاعده میدل فالانژ

**Zone II:** از انتهای پروگزیمال Zone I تا انتهای پروگزیمال صفحه فیبروز امتداد دارد. این منطقه به سه بخش تقسیم می‌شود:

**Distal** – از بخش دیستال اتصال انتهایی عضله F.D.S در روی فالانکس میانی تا انتهای پروگزیمال پولی سه (A<sub>3</sub>)

**Middle** – از اتصال انتهایی پولی A<sub>3</sub> تا انتهای دیستال پولی A<sub>2</sub> امتداد دارد. سقف صفحه (غلاف) در این منطقه فقط شامل غلاف سینویال و لیگامان متقاطع (صلیبی) C<sub>1</sub> است.

**Proximal** – از انتهای دیستال A<sub>2</sub> تا انتهای پروگزیمال A<sub>1</sub> امتداد دارد. تونلی است که توسط پولی‌های A<sub>1</sub> و A<sub>2</sub> پوشیده می‌شود.

**Zone III:** بوسیله تاندون فلکسورهای کف دست (Palm) تعیین می‌شود و در این منطقه پولی وجود ندارد، بنابراین از انتهای پروگزیمال پولی A<sub>1</sub> تا انتهای دیستال رتیناکولوم مچ دست امتداد دارد.

**Zone IV:** همان تونل کارپ می‌باشد. از لبه دیستال رتیناکولوم مچ دست تا پروگزیمال امتداد دارد.

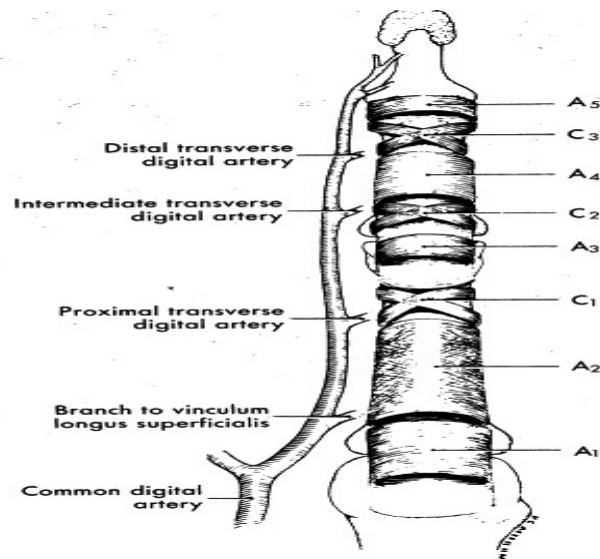
**Zone V:** از لبه پروگزیمال لیگامان عرضی کارپال تا محل اتصال تاندون عضلانی فلکسورها امتداد می‌یابد.

این زون‌های تاندونی اساساً برای درمان‌های جراحی دست مخصوصاً ضایعات تاندونی مهم است.

نمای شماتیک سیستم پولی (تونل فیبرواسئوس) با

۵ پولی حلقوی شکل (A<sub>1</sub>-A<sub>5</sub>) و

۳ پولی صلیبی شکل (C<sub>1</sub>-C<sub>3</sub>)

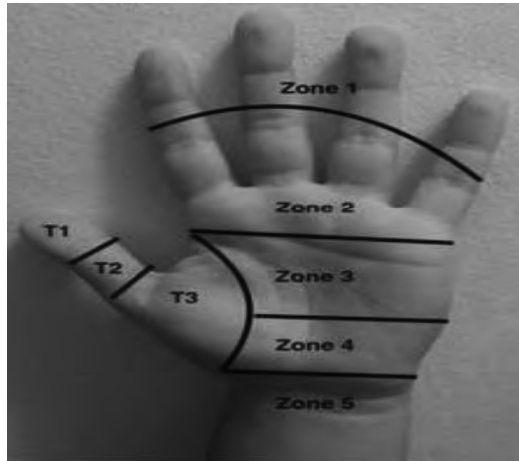


## زون‌های فلکسوری شست

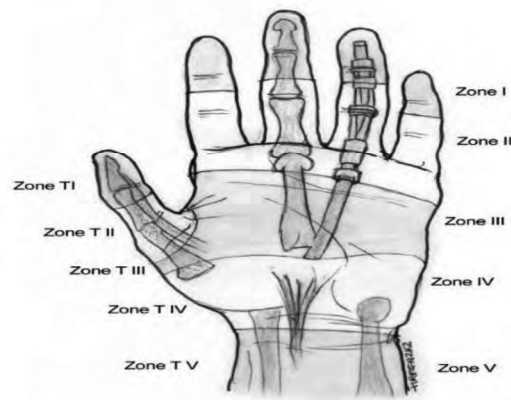
**Zone I:** از وسط پروگزیمال فالانکس به انتهای فلکسور پولیسیس لانگوس (F.P.L) در قاعده فالانکس انتهایی گسترش می‌یابد.

**Zone II:** از مفصل MP به وسط فالانکس پروگزیمال گسترش می‌یابد. در Zone II در شست از Zone II دیگر انگشتان متفاوت است چرا که در شست در این مسیر فقط یک تاندون وجود دارد.

**Zone III:** اطراف فلکسور پولیسیس لانگوس (F.P.L) در ناحیه برجستگی تار واقع شده است.



محل قرارگیری زون‌های فلکسور در کف دست



نمای شماتیک زون‌های فلکسوری در کف دست



## زون‌های اکستانسور دست (Extensor Tendon Zone)

**Zone I:** از دیستال انگشتان تا بالای مفصل DIP

**Zone II:** از بالای مفصل DIP تا بالای فالانکس میانی

**Zone III:** از بالای فالانکس میانی تا بالای مفصل PIP

**Zone IV:** از بالای مفصل PIP تا بالای فالانکس پروگزیمال

**Zone V:** از بالای فالانکس پروگزیمال تا بالای مفصل MP

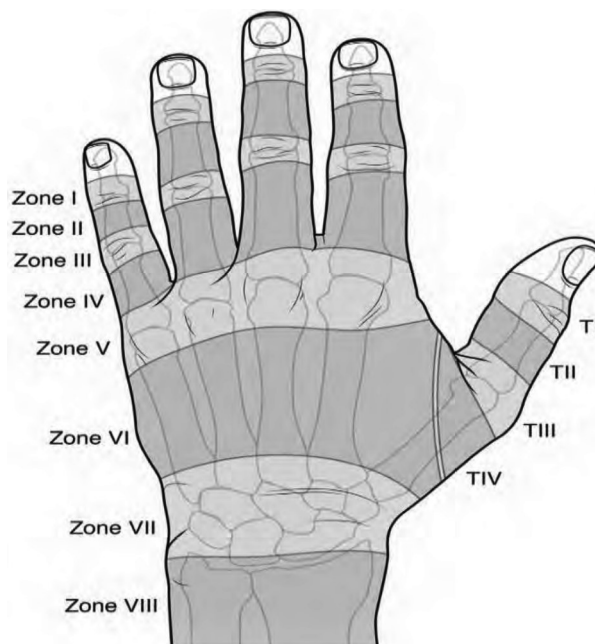
**Zone VI:** از بالای مفصل MP تا حد بالای پشت دست

**Zone VII:** در حد کمپارتمنت اکستانسوری

**Zone VIII:** در دیستال ساعد



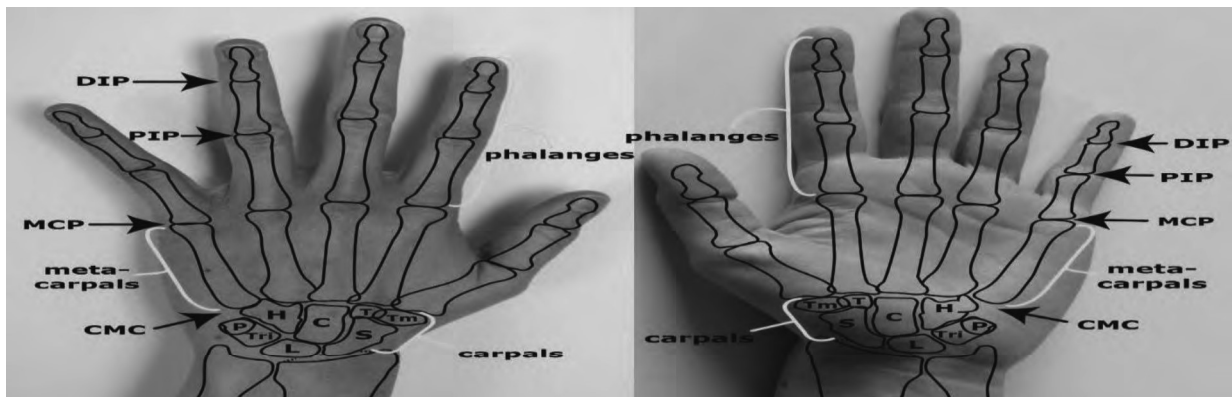
محل قرارگیری زون‌های اکستانسوری در پشت دست



نمای شماتیک زون‌های اکستانسوری در پشت دست

## استخوان‌های دست

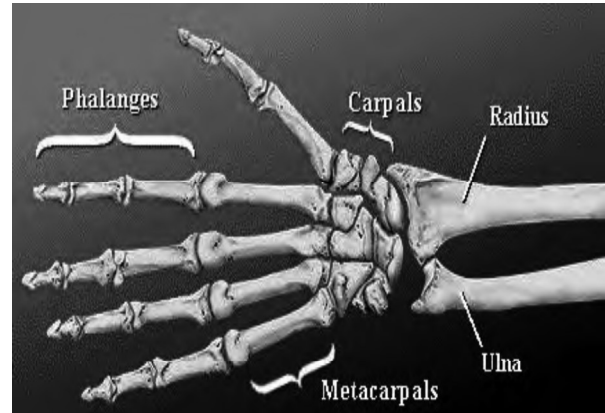
استخوان‌های دست شامل استخوان‌های میخ دست (Carpal)، کف دست (Metacarpal) و انگشتان (Phalange) است.



محل لمس استخوان‌های میخ دست و دست



نمای رادیوگرافی استخوان‌های متاکارپ و فالانژ



نمای شماتیک استخوان‌های میخ دست و دست

## استخوان‌های بند انگشتان / فالانژ (Phalange)

در هر دست چهارده بند (فالانژ) انگشت وجود دارد. هر انگشت سه بند و انگشت شست دو بند دارد. هر بند انگشت دارای یک قاعده (Base)، یک سر (Head) و تنه است. قاعده بند اول دارای یک سطح مفصلی بیضی مقعر است و با سطح مفصلی سر متاکارپ مفصل می‌شود. سر (Head) در بندهای اول و دوم قرقره‌ای شکل (Pivot) بوده و به جلو متمایل است. سر (Head) بند سوم سطح مفصلی ندارد و دارای یک برجستگی است که پالپ (Pulp) نوک انگشت را نگه می‌دارد. تنه هر فالانژ دارای یک سطح قدامی و یک سطح خلفی است.



محل لمس استخوان‌های فالانژ