

ارتباط ابعاد سونوگرافیک کانال کارپ با علائم کلینیکی و یافته‌های الکترودیآگنوستیک در سندرم تونل کارپ

خلاصه

مقدمه

سندرم تونل کارپ یک مشکل کلینیکی شایع در خانم‌های ۳۰-۶۰ ساله می‌باشد. این ضایعه شایع‌ترین نوروپاتی فشاری عصب مدین می‌باشد و با علائم تیپیک پارستزی، درد، آتروفی و ضعف عضلات ناحیه تار با انتشار مشخص بروز می‌کند. ارزیابی‌های بالینی به همراه یافته‌های الکترودیآگنوستیک می‌تواند تشخیص را راحت‌تر نماید. اخیراً سونوگرافی با رزولوشن بالا نتایج جالبی در تشخیص CTS داشته است.

روش کار

این مطالعه آینده‌نگر مقطعی و مورد - شاهدی در مورد مفید بودن سونوگرافی مچ دست در CTS می‌باشد که در بیمارستان امام رضا(ع) مشهد انجام شده است. در این تحقیق ۲۱ مچ (۱۱ بیمار) با علائم بالینی و یافته‌های الکترودیآگنوستیک CTS و ده فرد سالم به عنوان شاهد بررسی شدند. دیامتر قدامی خلفی و مدیولترال تونل کارپ و همینطور عصب مدین در داخل تونل اندازه‌گیری گردید و کلیه بیماران جهت ازاد سازی عصب در مجرای مچ دستی جراحی گردیدند. تجزیه و تحلیل اطلاعات به کمک نرم افزار SPSS و آزمون‌های تی تست و کای اسکوتر انجام شد.

نتایج

یک ارتباط معنی‌دار بین قطر قدامی خلفی تونل کارپ و علائم بالینی و الکترودیآگنوستیک درگیری عصب وجود داشته است. اگرچه تست‌های الکترودیآگنوستیک و علائم کلینیکی هنوز استاندارد طلایی تشخیص CTS می‌باشد ارزیابی سونوگرافیک مچ دست و بررسی ابعاد کانال کارپ در بیماران با علائم کلینیکی و الکترودیآگنوستیک مشکوک می‌تواند در تشخیص CTS کمک کننده باشد. همینطور مشخص گردید که افرادی که کانال کارپ کوچکتر دارند به این بیماری بیشتر مستعد هستند.

کلمات کلیدی: سونوگرافی، عصب، مدین

۱ محمد قره‌داغی*
۲ حسن رحیمی
۳ حسین رضائی
۴ حسین حسن‌آبادی
۵ حسین کاشفی

۱- ۲- دانشیار ارتوپدی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

۳- دانشیار رادیولوژی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

۴- استادیار طب فیزیکی و توان‌بخشی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

۵- متخصص ارتوپدی، مشهد، ایران

*مشهد- بیمارستان امام رضا(ع)، بخش ارتوپدی، مشهد، ایران

تلفن: ۰۲۳-۸۵۹۵۰۱۱-۵۱۱-۹۸+

email:gharahdaghim@mums.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۰/۴/۱۵ - تاریخ پذیرش: ۹۰/۹/۱۰

مقدمه

سندرم تونل کارپ (CTS)^۱ شایعترین اختلال درگیر کننده عصب مدین و به طور کلی شایعترین علت سندرم های فشار بر عصب است (۱-۴،۷). CTS معمولاً به صورت پدیده‌ای واحد تظاهر می‌کند اما ممکن است علائم آن همراه با بسیاری بیماری‌های سیستمیک نظیر نارسایی احتقانی قلب، موتیل میلوما و بیماری سل دیده شود (۱، ۴، ۱۳). اما به طور شایعتر با حاملگی، دیابت، چاقی، آرتريت روماتوئید و نقرس ارتباط دارد. به طور کلی سندرم تونل کارپ در مواردی ایجاد می‌گردد که یا کاهش حجم فضای تونل کارپ وجود داشته باشد و یا افزایش محتویات این فضای محدود ایجاد گردد. در بررسی پاتوژنز این بیماری بجز مواردی که ثانویه به بیماری سیستمیک می‌باشد مابقی در رده ایدیوپاتیک در نظر گرفته می‌شوند.

علاوه بر علائم و نشانه‌های کلینیکی، آزمونهای مختلف بالینی و تستهای الکترودیآگنوستیک نیز برای تأیید تشخیص به کار رفته‌اند (۱-۳، ۱۹).

اخیراً بررسی سونوگرافیک مچ دست مبتلایان CTS به طور وسیعی مورد استفاده قرار گرفته است که بعضی از این بررسی‌ها شامل بررسی سطح مقطع عصب در بالا و پایین و در محل تونل کارپ توسط دانکن^۲ انجام گردید (۱۷). همین طور بررسی مقایسه‌ای بین سطح مقطع عصب در محل تونل کارپ در افراد سالم و بیمار توسط ناکامیچی^۳ انجام گردید و همچنین بررسی سطح مقطع عصب قبل از رسیدن به تونل کارپ توسط نامبرده انجام گردید نشان دهنده افزایش سطح مقطع در ناحیه چین پروگزیمال مچ دست بوده است (۱۶).

در این تحقیق، با استفاده از یک مطالعه آینده نگر، مقطعی و مورد-شاهدی به بررسی نتایج سونوگرافی مچ دست در مبتلایان CTS و انطباق آن با یافته‌های بالینی، الکترودیآگنوستیک و شواهد حین عمل پرداخته شده است.

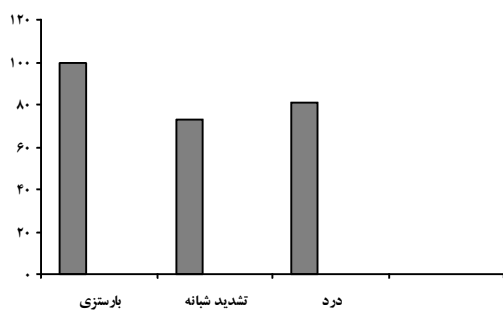
مطالعات گذشته حاکی از ارتباط مستقیم اقطار عصب مدین با CTS می‌باشد (۱-۳). در حالی که در مطالعه فعلی اندازه‌گیری

اقطار عصب به صورت دقیق با سونوگرافی مقدر نبود و یافته دیگری به دست آمد که نشان دهنده ارتباط قطر قدامی خلفی کانال کارپ با بروز CTS است که می‌تواند در تشخیص این سندرم کمک کننده باشد.

روش کار

در این مطالعه پژوهشی آینده نگر مقطعی و مورد شاهدی که در بیمارستان امام رضا(ع) مشهد انجام شده دو گروه جمعیتی مورد بررسی قرار گرفتند که عبارت بودند از: گروه بیماران (مراجعی به درمانگاه ارتوپدی بیمارستان امام رضا (ع) و کلینیک نویسندگان مقاله در مدت ۱۸ ماه با علائم کلاسیک تونل کارپ) و گروه شاهد (زنان ۳۰-۶۰ ساله که فاقد هرگونه علائم و نشانه‌های درگیری عصب مدین در اندام فوقانی بودند). گروه اول به صورت غیراحتمالی و گروه شاهد به صورت تصادفی نمونه‌برداری شدند. پس از ثبت اطلاعات، بیماران جهت مطالعات الکترودیآگنوستیک راهنمایی شدند و پس از آن سونوگرافی مچ دست درخواست شد که اطلاعات مربوط به ابعاد عصب در داخل تونل کارپ، ابعاد تونل کارپ و سایر یافته‌های احتمالی لازم در فرم مربوط ثبت شد. بیمارانی که کاندیدای عمل جراحی بودند، جهت عمل جراحی استاندارد CTR^۴ (آزاد کردن تونل کارپ) قرار گرفته و شواهد حین عمل نظیر پهن‌شدگی یا رنگ‌پریدگی عصب در داخل تونل و تغییرات نسج نرم ثبت شد. در مورد گروه شاهد با توجه به شیوع سنی و جنسی کلاسیک CTS از میان زنان ۳۰-۶۰ ساله که فاقد هرگونه علائم و نشانه‌های بیماری بودند سونوگرافی دست انجام گرفت و نتایج ثبت و نگهداری شد. مجموعاً در مورد ۱۱ نفر از بیماران (۲۱ مچ دست) سیر مطالعاتی به طور کامل انجام شد و ۱۰ نفر (۲۰ مچ دست) به عنوان گروه شاهد بررسی گردیدند یافته‌های سونوگرافی مچ دست مبتلایان و افراد گروه کنترل شامل اقطار عصب مدین در تونل کارپ بر حسب میلی‌متر (شامل قطر قدامی خلفی و جانبی) و همچنین ابعاد تونل کارپ بر حسب میلی‌متر (شامل قطر کوچکتر قدامی-خلفی و قطر بزرگتر جانبی در حد

^۱Carpal tunnel syndrome^۲Duncan^۳Nakamichi^۴Carpal tunnel release



نمودار ۱- علائم بالینی

طول مدت علائم از ۲ تا ۱۷ سال (به طور متوسط ۵ سال) بود. (جالب آن که تقریباً در تمام موارد، علیرغم ابتلای تبیک و مراجعات مکرر قبلی، بیماران درمانی بجز ضدالتهاب خوارکی یا تزریق عضلانی کورتیکوسترئوئید دریافت نکرده بودند و اقداماتی نظیر آتل‌بندی و تزریق موضعی کورتون در اوایل سیر بیماری مورد استفاده قرار نگرفته بود.)

در بررسی نشانه‌های بالینی، تست فالن در همگی بیماران مثبت بود به طوری که در ۶۰٪ موارد، نتیجه مثبت در کمتر از ۳۰ ثانیه حاصل شد. تست تینل در ۸۱٪، تست دورکان در ۹۰٪ و تست تورنیکت در ۶۳٪ بیماران، مثبت بود. همچنین درجات مختلف آتروفی و ضعف عضلات تار در ۷۲٪ و تغییرات دیستروفیک انگشتان دست در ۲۷٪ موارد مشاهده شد (نمودار ۲).

مطالعات الکترودیآگنوستیک شامل بررسی سرعت سیر و هدایت عصبی (حسی و حرکتی) و محاسبه (تاخیر) و همچنین نتایج الکترومیوگرافی عضلات تار در تمامی بیماران نشان دهنده درجاتی از درگیری عصب مدین و نوروباتی مزمن عضله اوپوننس پولیسیس بود.

با توجه به یافته‌های حاصل از سونوگرافی مچ دست مبتلایان و مقایسه آن با نتایج گروه کنترل و تحلیل آماری نتایج زیر استنباط می‌شود. قطر قدامی خلفی عصب مدین در تونل کارپ بین ۲-۴ میلی‌متر در افراد مبتلا و ۳-۴ میلی‌متر در افراد شاهد بود که از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نداشته و به تنهایی ارزشمند نیست ($p = 0/15$).

استخوان پیزیفورم) بین این دو گروه مقایسه گردید همین طور یافته‌های بالینی (شامل پاروستری، درد، تشدید شبانه، تست فالن، تینل، دورکان و...)، یافته‌های الکترودیآگنوستیک (شامل NCV و EMC)، یافته‌های اپیدمیولوژیک (شامل سن، جنس، یک یا دو طرفه بودن، شغل و علل احتمالی زمینه‌ساز)، یافته‌های ضمن عمل جراحی (نظیر تغییرات ظاهری عصب مدین و سایر نسوج نرم اطراف)، و یافته‌های بعد از عمل جراحی (بویژه رفع پاروستری شبانه در یک ماه بعد از عمل) در افراد بیمار مورد بررسی قرار گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌ها به کمک نرم‌افزار SPSS و با استفاده از آزمونهای آماری تی تست و آزمون مجذور کای برای متغیرهای کیفی مقایسه شدند. $p < 0/05$ سطح معنی‌داری اختلاف‌ها تلقی شد.

نتایج

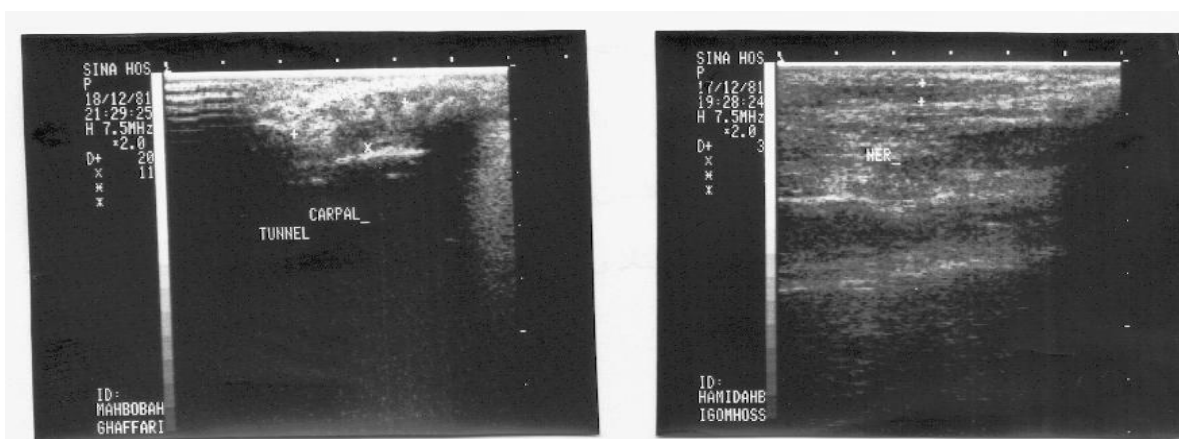
از میان یازده بیمار مورد بررسی، ۱۰ نفر زن (۹۱٪) و یک نفر مرد بودند که نشانه نسبت جنسی زن به مرد معادل ۱۰ به ۱ می‌باشد (نمودار ۱). برای ارزیابی ارجحیت جنسی در بیماران مورد مطالعه با استفاده از تست آماری Z نسبتها، مشخص شد که اختلاف معنی‌دار و واقعی آماری بین دو جنس وجود دارد. از نظر شغلی تمام مبتلایان زن، خانه‌دار بودند ولی هیچ عامل زمینه‌ای خاص مثل حرکات تکراری مچ دست، عادات ویژه مثل موقع خواب و یا سابقه بیماریهای سیستمیک وجود نداشت. طیف سنی مبتلایان ۳۳-۶۲ سال بود (میانگین سنی ۴۶ سال).

در تمامی بیماران، علائم دو طرفه بود که همگی تحت عمل جراحی دو طرفه آزاد سازی عصب قرار گرفتند و فقط در یک مورد عمل یکطرفه انجام شد زیرا سمت مقابل قبلاً عمل شده بود. از نظر سمت مبتلا و شدت علائم، نتیجه آن شد که در ۶۳٪ موارد، شدت علائم و نشانه‌ها در دست غالب بیشتر بود.

پاروستری شایعترین علامت بالینی بود که در تمام بیماران وجود داشت و در ۷۲٪ موارد به طور تبیک با تشدید شبانه همراه بود. در ۷۳٪ بیماران شکایت اصلی بیمار همین پاروستری شبانه و بیخوابی حاصله گزارش شد. درد در دستها نیز به درجاتی در ۸۱٪ بیماران دیده شد اما کمتر شکایت اصلی بود (نمودار ۱).



نمودار ۲- نشانه های بالینی



شکل ۱- سونوگرافی مچ دست در یکی از افراد گروه کنترل که اقطار عصب مدین در تونل کارپ محاسبه شده است.

به دلیل محو شدن حدود عصب که به تغییرات ناشی از نوروپاتی اختصاصی مرتبط دانسته می‌شود، تعیین دقیق قطر جانبی عصب در افراد بیمار میسر نشد ولی در افراد شاهد ۳ میلی‌متر گزارش شد. قطر قدامی خلفی تونل کارپ در محاذات استخوان پیزیفورم بین ۶-۱۰ میلی‌متر در بیماران و ۷-۱۱ میلی‌متر در افراد شاهد بود که از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشد ($p=0/04$). قطر جانبی تونل کارپ بین ۱۷-۲۰ میلی‌متر در افراد بیمار و ۱۹-۲۱ میلی‌متر در افراد شاهد بود که اختلاف معنی‌داری از نظر آماری نداشت. استفاده از معیارهای کیفی نظیر محو شدن حدود عصب، افزایش ضخامت فلکسور تیناکولوم، کاهش اکوژنیسی عصب مبتلا و دو شاخه شدن عصب در اثر فشار می‌تواند تا حدودی به تشخیص کمک کند. همانطور که مشاهده

می‌گردد ابعاد تونل کارپ چه در جهت قدامی خلفی و چه در جهت جانبی در افراد بیمار کمتر از افراد شاهد بوده است (اگر چه در مورد قطر جانبی کانال کارپ در بیماران و افراد شاهد از نظر آماری تفاوت معنی‌داری وجود نداشته است). اینکه ابعاد کانال کارپ در بیماران کمتر از افراد شاهد بوده است نشانگر این قضیه است که یک عامل مستعد کننده برای ایجاد سندرم کارپ ایدیوپاتیک می‌تواند کم بودن ابعاد کانال کارپ باشد.

بحث

سندرم تونل کارپ یک بیماری شایع می‌باشد و تا ۵٪ جمعیت عمومی را درگیر می‌کند، گرچه شیوع آن در بعضی مشاغل تا ۱۵٪ هم گزارش شده است (۱-۳، ۶).

CTS بیشتر در افراد ۳۰-۶۰ ساله دیده می‌شود در زنان ۵ برابر شایعتر از مردان رخ می‌دهد، گرچه این اختلاف رو به کاهش است. در افراد مسن‌تر دچار اضافه وزن و غیرفعال ممکن است احتمال بروز آن بیشتر باشد. CTS بیشتر در دست غالب رخ می‌دهد و با سوزن سوزن شدن و کرختی در محدوده توزیع حسی عصب مدین در ۳/۵ انگشت سمت رادیال که به طور تپیک با تشدید شبانه همراه است مشخص می‌شود (۱، ۲، ۴، ۷). به علاوه دردی عمقی و آزار دهنده اغلب در تمام دست احساس می‌شود که گاه به ساعد انتشار می‌یابد. معمولاً بعداً در سیر بیماری، آتروفی و ضعف عضلات تار نیز ظاهر می‌شود. هر عاملی که باعث افزایش محتویات یا کاهش ظرفیت تونل کارپ شود می‌تواند علائم CTS را آغاز کند.

علاوه بر علائم بالینی روشهای تشخیصی متعددی برای سندرم تونل کارپ به کار گرفته شده است که عبارتند از: تست‌های الکترودیآگنوستیک، MRI و در نهایت سونوگرافی (۱-۳، ۸، ۲۴، ۲۰، ۱۸). به طور کلی اولتراسونوگرافی تکنیکی مفید برای تصویرسازی از تاندونها و اعصاب بوده و در اغلب موارد با سرعت و کارآیی بیشتری نسبت به MRI قابل انجام می‌باشد و قادر است تغییرات شکل ظاهری عصب مدین در بیماران را به خوبی نشان دهد (۱، ۲۳، ۲۲، ۱۴، ۱۰، ۵، ۲). در رابطه با نقش اولتراسوند در بیماری‌هایی که دچار علائم مرتبط با سندرم تونل کارپ هستند، طی سالهای اخیر مقالات فراوانی ارائه شده و در کتب مرجع مربوطه نیز جدیداً به این مهم پرداخته شده است. در یک مطالعه اخیر استفاده از سنجش سطح مقطع عصب مدین^۱ در ناحیه چین پروکزیمال کارپ مورد بررسی قرار گرفته است که در تمام مواردی که سطح مقطع عصب مدین در این محل بیشتر از 15 mm^2 بوده با CTS همراهی داشته است (۱۱). این مؤلفان معتقدند ممکن است اولتراسونوگرافی به عنوان یک شیوه غیرتهاجمی برای بررسی سندروم تونل کارپ، جانشین مطالعات الکترودیآگنوستیک گردد. در این صورت، بررسی الکترودیآگنوستیک محدود به مواردی خواهد شد که سونوگرافی منفی اما یافته‌های بالینی به نفع CTS باشند.

دانشمندان ژاپنی، اخیراً گزارش کرده اند که بزرگ‌شدگی عصب مدین، با شدت درگیری در CTS ایدیوپاتیک ارتباط دارد. در این مطالعه بررسی شد که آیا سنجش سطح مقطع عصب مدین در افرادی که علائم بالینی CTS را داشته‌اند با افراد کنترل اختلاف داشته یا خیر. نتیجه حاصله ۶۷٪ حساس و ۹۷٪ اختصاصی بوده که با مطالعات الکترودیآگنوستیک برابری کرده است. در این بیماران تغییرات (تاخیر حرکتی)^۲ ۶۶٪ و (تاخیر حسی)^۳ حدود ۶۷٪ حساسیت داشته و در هر دو مورد ۹۷٪ اختصاصی بوده است که با استفاده از میانگین سطح مقطع عصب و یافته‌های الکترودیآگنوستیک، حساسیت به ۸۴٪ و اختصاصی بودن نتایج به ۹۴٪ رسیده است.

در پژوهشی دیگر، بررسی سونوگرافیک عصب مدین، به عنوان جایگزینی مناسب برای مطالعات الکتروفیزیولوژیک در تشخیص CTS مطرح شده است (۱۷). برای تعیین میزان مفید بودن سونوگرافی و تعیین بهترین معیارهای تشخیصی، سونوگرام مبتلایان با افراد سالم در یک مطالعه مورد شاهدهی مقایسه شد. افزایش سطح مقطع عصب مدین پروکزیمال به محل ورود به تونل کارپ، در محل ورود و در محل خروج از تونل بین دو گروه فوق اختلاف معنی‌داری نشان داد که بویژه در محل ورودی تونل از نظر تشخیص ۸۰٪ حساس و ۸۳٪ اختصاصی بود. در دو پژوهش دیگر، معیارهای سونوگرافیک تحت فشار بودن عصب مدین را به صورت تریاد کلاسیک ذیل می‌داند (۹، ۱۲): پهن‌شدگی عصب در قسمت دیستال تونل، تورم عصب در محاذات دیستال رادیوس (یا به طور کمتر شایع پروکزیمال تونل)، قوس پالمار فلکسور رتیناکولوم. با توجه به آنکه حین عبور از تونل کارپ، شکل عصب تغییر می‌کند برای آنکه یافته‌ها جنبه کمی داشته باشند از اندکس‌هایی استفاده می‌شود که در این مطالعه بهترین کرایتریای تشخیصی افزایش سطح مقطع عصب به بیشتر از 0.09 cm^2 در حد پروکزیمال تونل ذکر شده است. ارتباط خوبی بین این میزان و شدت یافته‌های EMG یا نتایج فانکشنال متعاقب عمل جراحی وجود داشته است.

^۲Distal motor latency^۳Distal sensory latency^۱Cross Sectional area

در پژوهشی دیگر، در ۶۳ بیمار مبتلا به علائم بالینی CTS، شش هفته قبل از عمل جراحی سونوگرافی و مطالعات الکترودیآگنوستیک انجام شد (۱۵). بهبود شکایات ظرف ۳ ماه پس از عمل در بیش از ۹۰٪ بیماران مشاهده شد که نشانه تشخیص صحیح بود. در این مطالعه، متوسط سطح مقطع عصب مدین در مبتلایان CTS حدود $11/3 \text{ mm}^2$ و در افراد کنترل $6/1 \text{ mm}^2$ بود. نتیجه گیری شد سونوگرافی کمتر از مطالعات الکترودیآگنوستیک حساسیت دارد اما اختصاصی تر است.

همانطور که از بررسی مطالعات خارجی مشخص می‌گردد اکثر مطالعات، سطح مقطع عصب مدین یا ابعاد عصب مدین و یا اختلاف سطح مقطع در قسمتهای مختلف تونل کارپ را بررسی کرده‌اند ولی در این مطالعه سعی شد علاوه بر بررسی ابعاد عصب، ابعاد تونل کارپ بررسی شود. در مقایسه نتایج حاصله از این پژوهش با مطالعات مشابه خارجی مشخص شود اندازه گیری خام ابعاد عصب مدین در تونل کارپ به تنهایی در تشخیص CTS مفید نمی‌باشد. بلکه باید با محاسبه کمترین و بیشترین قطر عصب و با استفاده از فرمول مناسب سطح مقطع عصب را اندازه گیری نمود. از طرفی در این پژوهش مشخص شد که قطر قدامی خلفی تونل کارپ (و نه عصب مدین) می‌تواند به عنوان

معیاری تشخیصی مورد استفاده قرار گیرد. به طوری که در اغلب مبتلایان به نورپاتی فشاری عصب مدین در میچ دست به دنبال CTS، این میزان کمتر از 10 mm (به طور متوسط 8 mm) اما در افراد سالم معمولاً بیش از 10 mm می‌باشد.

نتیجه گیری

همانگونه که قبلاً ذکر گردید در پاتوژنز سندرم تونل کارپ یا باید کاهش فضای تونل کارپ وجود داشته باشد و یا اینکه افزایش محتویات آن. در این مطالعه مشخص گردید که یکی از عوامل مساعد کننده سندرم تونل کارپ ایدیوپاتیک می‌تواند کاهش ابعاد کانال کارپ باشد که این مسئله نشانگر این است که بعضی از افراد به صورت آناتومیک این استعداد را دارند و بیشتر در معرض این سندرم قرار می‌گیرند.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله از زحمات پرسنل بخش سونوگرافی بیمارستان قائم (عج) و بیمارستان سینا، طب فیزیکی بیمارستان امام رضا (ع) و درمانگاه ارتوپدی بیمارستان امام رضا (ع) تشکر می‌نمایند.

References:

1. Halikis. Compression neuropathies of upper extremity. In: Chapman MW. Chapman's orthopaedic surgery. 3rd ed. Lippincott's; USA: 2001. Vol. 2. Chap52.p. 1545-1561.
2. Wright PE. Carpal tunnel & ulnar tunnel syndromes. In: Terry S. Canale: Campbell'e operative orthopaedics. 10th ed. USA: Mosby; 2003. Vol.4. chap. 73. p. 3761- 3771.
3. Horabeeck M. Sonography of the elbow, wrist & hand. In: Horabeeck & Intercosa: Musculoskeletal ultrasound. 2nd ed. USA: Mosby; 2001.p. 531-561.
4. Swigart CR. Hand & wrist pain. In: Ruddy S. Kelley's Textbook of Rheumatology. 6th ed. USA: WB Saunders; 2001. Vol.1. p. 571-576.
5. Noshel DJ. Entrapment neuropathies. In: Klippel JH. Rheumatology. 2nd ed .USA: Mosby; 1998.p.5- 8.
6. Kassius KM, Claes F, utrasonography in severe carpal tunnel syndrome., Muscle Nerve. 2012; 45:334-337.
7. Hunderfunda AN, Boon AJ, Covorkers EJ. Sonography in carpal tunnel syndrome. Muscle Nerve 2011; 44:485-491
8. Keberle M. Technical advances in ultrasonography & MRI of carpal tunnel syndrome. Eur Radiol 2000; 10:1043-1050.
9. Martinolli C. Ultrasonography of tendons & nerves. Eur Radiol 2002; 12:44-45.
10. Beekman R. Sonography in the diagnosis of CTS, a Critical review of the literature. Muscle Nerve 2003; 27:26-33.
11. Nakamichi K. Sonographic measurement of median nerve cross sectional area in idiopathic CTS, diagnostic accuracy. Muscle Nerve 2002; 26:798-803.
12. Wong Sm. Discriminatory sonographic criteria for the diagnostic of CTS. Arthritis Rheum 2002 ; 46:1914-1921.
13. Takahashi T. US changers of CT in patients recieving Long term hemodialysis. Clin Nephrol 2002; 57:230-236.
14. Sarria L. CTS; Usefulness of sonography. Eur Radiol 2001; 10:1420-1425.
15. Swen WA. Carpal tunnel sonography by rheumatologist vs nerve conduction study by the neurologist. J Rhumatol 2001; 28:2560-2561.
16. Nakamichi K. Enlarged median nerve in idiopathic CTS. Muscle Nerve 2000; 23:1713-1718.
17. Duncan I. Sonography in the diagnosis of CTS. Am J Rontgenol 1999; 173: 681- 684.
18. SchelleT, Schnieder W. Is high resolution ultrasound of the median nerve helpful before reintervention fther carpal tunnel surgery? Handchir Mikrochir Plas Chir 2011; 43:313-316
19. Murthy JM, Meena AK. Carpal tunnel syndrome - electrodiagnostic aspects. Neurol India 1999; 47:272-275.
20. Rollsc, Case-Smith J, Evans KD. Diagnostic accuracy of ultrasonography vs, electro myography in carpal tunnel syndrome. Ultrasaund Med Boil 2011; 37:1539-1553
21. Polykandriotis E, Premm W, Horch RE. Carpal tunnel syndrome in young adults - an ultrasonographic and neurophysiological study. Minim Invasive Neurosurg 2007; 50:328-334.
22. Seror P. Sonography and electrodiagnosis in carpal tunnel syndrome diagnosis, an analysis of the literature. Eur J Radiol 2007. [Epub ahead of print]
23. El Miedany YM, Aty SA, Ashour S. Ultrasonography versus nerve conduction study in patients with carpal tunnel syndrome. Rheumatology (Oxford) 2004; 43:887-895. Epub 2004 Apr 20.
24. Zyluk A, puchalski P, Nawrot P. The usefulness of ultrasonography in the diagnosis of carpal tunnel syndrome. Muscle Nerve 2011; 44:25-29.