

بررسی تأثیر تست‌های تحریکی بر روی الکترودیآگنوزیس موارد بالینی سندرم تونل کارپ

چکیده:

مقدمه و هدف: بررسی هدایت عصبی حساس‌ترین روش تشخیص سندرم تونل کارپ می‌باشد، ولی این تست در بعضی موارد خفیف سندرم تونل کارپ طبیعی است. بررسی هدایت عصبی بعد از یک تست تحریکی عصب مدیان ممکن است در تشخیص موارد خفیف سندرم تونل کارپ کمک کننده باشد. هدف از این مطالعه تعیین تأثیر تست‌های تحریکی بر روی الکترودیآگنوزیس موارد بالینی سندرم تونل کارپ می‌باشد.

مواد و روش‌ها: این مطالعه تحلیلی به صورت مورد - شاهدهی بر روی ۲۰ بیمار (۲۰ دست) با علائم سندرم تونل کارپ و تست‌های الکترودیآگنوستیک طبیعی و ۲۰ داوطلب سالم (۲۰ دست) در بیمارستان مراجعه کننده به بیمارستان شهید چمران وابسته به دانشگاه علوم پزشکی شیراز در سال ۱۳۸۴ انجام شد. روش نمونه‌گیری به صورت نمونه در دسترس مبتنی بر هدف بود. معیارهای هدایت عصبی اندازه‌گیری شده شامل: تأخیر زمانی حسی، سرعت هدایت عصبی، تأخیر زمانی ترکیبی، تأخیر زمانی حرکتی و ارتفاع موج حرکتی عصب مدیان بودند. این معیارها قبل و بعد از ۵ دقیقه فلکسیون کامل مچ دست اندازه‌گیری شدند. داده‌های جمع‌آوری شده در پرسشنامه ثبت گردید و سپس با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS و آزمون پارامتریک تی زوجی تجزیه و تحلیل انجام شد.

یافته‌ها: افزایش تأخیر زمانی حسی و کاهش سرعت هدایتی عصب مدیان بعد از فلکسیون مچ دست نسبت به قبل از آن در گروه بیماران معنی‌دار بود ($p < 0/05$)، اما در گروه کنترل تغییر معنی‌داری در معیارها وجود نداشت.

نتیجه‌گیری: اندازه‌گیری تأخیر زمانی حسی و سرعت هدایتی عصب مدیان بعد از ۵ دقیقه فلکسیون کامل مچ دست می‌تواند زمینه‌ای جهت تعیین معیارهای حساس‌تری برای تشخیص الکترودیآگنوستیک سندرم تونل کارپ باشد.

واژه‌های کلیدی: عصب مدیان، سندرم تونل کارپ، تست الکترودیآگنوستیک، تست تحریکی

دکتر محمدرضا عماد*

دکتر شریف نجفی**

* متخصص پزشکی فیزیکی و توانبخشی،
دانشیار دانشگاه علوم پزشکی شیراز،
دانشکده پزشکی، گروه
طب فیزیکی و توانبخشی
** دستیار تخصصی پزشکی فیزیکی و
توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شیراز،
دانشکده پزشکی، گروه طب فیزیکی و
توانبخشی

تاریخ وصول: ۱۳۸۵/۱/۲۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۵/۳/۱۰

مؤلف مسئول: دکتر محمد رضا عماد

پست الکترونیک: emadm@sums.ac.ir

مقدمه

گزارش نشده است. به عنوان مثال در تحقیق آنی و همکاران^(۱۱) (۲۰۰۴) مشخص نکرده اند که دمای دست در هنگام آزمایش چند درجه بوده است (۵) که این امر نتیجه‌گیری از یافته‌های این تحقیقات را دچار اشکال می‌کند.

هدف از این مطالعه تعیین تأثیر تست‌های تحریکی بر روی الکترودیآگنوزیس موارد بالینی سندرم تونل کارپ می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه تحلیلی به صورت مورد - شاهدهی بر روی ۲۰ بیمار (۲۰ دست) ارجاع شده به کلینیک الکترومیوگرافی بیمارستان شهید چمران وابسته به دانشگاه علوم پزشکی شیراز و ۲۰ فرد داوطلب سالم (۲۰ دست) در سال ۱۳۸۴ انجام شد. روش نمونه‌گیری در گروه بیماران به صورت نمونه در دسترس مبتنی بر هدف بود. بیمارانی که بی‌حسی و احساس مورمور^(۱۲) در مسیر عصب میانی در دست را داشتند، ولی تست‌های الکترودیآگنوستیک آنها طبیعی بود به عنوان نمونه انتخاب گردیدند. حجم نمونه با توجه به نوع مطالعه، هدف پژوهش و نیز

سندرم تونل کارپ^(۱) گیر افتادگی^(۲) عصب میانی^(۳) در تونل کارپ در مچ دست می‌باشد و شایع‌ترین گیرافتادگی عصب محیطی است (۱). سندرم تونل کارپ به صورت خواب‌رفتگی و مورمور در مسیر عصب میانی در دست بروز می‌کند. تست‌های بالینی مختلفی از جمله تست تینل^(۴) و فالن^(۵) و تست فشار بر تونل کارپ که تحت عنوان تست تحریکی^(۶) شناخته می‌شوند در تشخیص بیماری کمک کننده است. برای تأیید تشخیص از بررسی هدایت عصبی^(۷) استفاده می‌شود که حساسترین روش برای تشخیص و درجه‌بندی سندرم تونل کارپ و رد کردن تشخیص‌های افتراقی این بیماری می‌باشد. در ۱۳ تا ۲۷ درصد از بیماران، هدایت عصبی طبیعی است که مشکلاتی را در تشخیص و پیگیری این گروه از بیماران ایجاد می‌کند (۲).

یکی از زمینه‌هایی که اخیراً جهت تشخیص موارد خفیف سندرم تونل کارپ مورد مطالعه قرار گرفته است، بررسی هدایت عصبی بعد از انجام تست تحریکی است. در مطالعه پرونسون و همکاران^(۸) (۱۹۹۷) تست تحریکی باعث افزایش معنی‌داری در تأخیر زمانی حرکتی^(۹) عصب میانی شد (۳)، در حالی که وایدین و همکاران^(۱۰) (۲۰۰۲) تغییر مشخصی را در تأخیر زمانی حرکتی و حسی مشاهده نکردند (۴).

به طور کلی نتایج تحقیقات انجام شده تا حدودی ضد و نقیض می‌باشد. در بعضی از تحقیقات روش انجام بررسی هدایت عصبی به طول کامل

- 1-Carpal Tunnel Syndrome
- 2-Entrapment
- 3-Median Nerve
- 4-Tinel
- 5-Phalen
- 6-Provocative test
- 7-Nerve conduction study
- 8-Bronson et al
- 9-Motor latency
- 10-Wiederien et al
- 11-Anne et al
- 12-Paresthesia

مطالعات گذشته تعیین شد. گروه شاهد از بین همراهان بیمار و با توجه به سن شیوع سندرم تونل کارپ (۶) از طیف سنی ۲۲ تا ۶۰ سال انتخاب شدند. شرایط خروج از مطالعه برای گروه بیماران و شاهد شامل؛ سابقه ابتلا به بیماریهای زمینه‌ای مثل دیابت، اختلالات تیروئیدی و روماتیسم مفصلی بر اساس شرح حال و معاینه فیزیکی، سابقه جراحی یا آسیب مچ دست و غیرطبیعی بودن هر کدام از معیارهای بررسی هدایت عصبی بودند.

معیارهای بررسی هدایت عصبی مدیان برای سندرم تونل کارپ شامل؛ تأخیر زمانی حسی^(۱) با ثبت از انگشت سوم و تحریک از مچ دست به فاصله ۱۴ سانتی‌متر از الکتروود ثبت کننده بود. همچنین با تحریک از وسط کف دست به فاصله ۷ سانتی‌متر از الکتروود ثبت کننده، سرعت هدایت عصبی محاسبه شد. تأخیر زمانی حرکتی و ارتفاع موج حرکتی^(۲) با ثبت از قسمت میانی عضله دور کننده شست^(۳) و تحریک از مچ دست به فاصله ۸ سانتی‌متر از الکتروود ثبت کننده، تأخیر زمانی ترکیبی^(۴) با تحریک از وسط کف دست و ثبت از مچ دست به فاصله ۸ سانتی‌متر از الکتروود تحریک کننده و اختلاف پاسخ حرکتی عصب مدیان و اولنار با ثبت از دومین عضله لومبریکال بین استخوانی پشتی^(۵) و تحریک به فاصله ۱۰ سانتی‌متر از الکتروود ثبت کننده بودند.

این معیارها به عنوان سندرم تونل کارپ در نظر گرفته شد؛ تأخیر زمانی حسی بیشتر از ۳/۶ میلی‌ثانیه، سرعت هدایت عصبی کمتر از ۴۸ متر بر

ثانیه، تأخیر زمانی حرکتی بیشتر از ۴/۲ میلی‌ثانیه، ارتفاع موج حرکتی کمتر از ۵ میلی‌ولت و اختلاف پاسخ حرکتی دومین عضله لومبریکال بین استخوانی پشتی بیشتر از ۰/۴ میلی‌ثانیه (مدیان طولانی‌تر از اولنار) (۷).

روش کار بدین صورت بود که بیمار به طور راحت بر روی تخت به پشت خوابیده و دستها در کنار بدن قرار می‌گرفت. دمای دست به وسیله دماسنج الکترونیک اندازه‌گیری گردید. اگر این دما کمتر از ۳۲ درجه سانتی‌گراد بود به وسیله یک لامپ گرمایی به دمای مورد نظر می‌رسید. معیارهای بررسی هدایت عصبی در حالتی که مچ دست در وضعیت خنثی^(۶) قرار داشت، اندازه‌گیری شد. سپس از بیمار خواسته می‌شد که مچ دست را به مدت ۵ دقیقه در فلکسیون کامل قرار دهد. سپس مچ دست به وضعیت خنثی برگشته، معیارهای فوق دوباره اندازه‌گیری می‌شد.

تمام بررسی‌ها به وسیله یک نفر و با دستگاه دان‌تک نوروماتیک ۲۰۰۰^(۷) انجام شد. برای تحریک از امواج قائم‌الزاویه و با شدت سوپرماگزیمال و طول مدت ۰/۵ تا ۰/۵ میلی‌ثانیه استفاده شد. حساسیت دستگاه برای پاسخ حسی ۵۰ میکروولت بر واحد^(۸) و برای پاسخ حرکتی از ۱ تا ۵ میلی‌ولت بر واحد تنظیم شد. فاصله الکتروود فعال و

1-Sensory latency
2- Compound muscle action potential amplitude
3-Abductor pollicis brevis
4-Compound nerve action potential
5-2nd lumbrical/interosie
6- Neutral position
7- Dantec neuromatic 2000
8- Microvolt/division

مرد بودند. متوسط سن گروه کنترل $4/9 \pm 22/6$ سال بود. از نظر میانگین سنی و فراوانی جنسی در دو گروه بیماران و کنترل اختلاف معنی داری وجود نداشت ($p < 0/05$).

در گروه کنترل هیچ کدام از متغیرها بعد از فلکسیون مچ دست در مقایسه با قبل از آن اختلاف معنی داری نداشت (جدول ۱).

در گروه بیماران افزایش تأخیر زمانی حسی عصب مدیان با میانگین و انحراف معیار $3/11 \pm 0/18$ میلی ثانیه بعد از فلکسیون در مقایسه با قبل از فلکسیون با میانگین و انحراف معیار $3/19 \pm 0/21$ میلی ثانیه معنی دار شد ($p < 0/05$). کاهش سرعت هدایت عصبی مدیان با میانگین و انحراف معیار $4/84 \pm 48/85$ متر بر ثانیه بعد از فلکسیون در مقایسه با قبل از آن با میانگین و انحراف معیار $4/05 \pm 52/05$ معنی دار شد ($p < 0/05$) (جدول ۲).

مرجع ۴ سانتی متر بود. الکتروود متصل به زمین از نوع فلزی و بین الکتروود فعال و الکتروود تحریک کننده قرار می گرفت. داده های جمع آوری شده در پرسشنامه ثبت گردید و سپس با نرم افزار SPSS^(۱) و آزمونهای آماری تحلیل گردید. با استفاده از آزمون یک نمونه ای کولموگروف - اسمیرنوف^(۲) متغیرها دارای توزیع نرمال بودند ($p < 0/05$) و با توجه به این که انحراف معیار متغیرها خیلی بالا نبود از آزمون پارامتریک تی زوجی^(۳) برای مقایسه قبل و بعد از انجام فلکسیون مچ دست به تفکیک گروه ها استفاده شد.

یافته ها

نتایج نشان داد که از ۲۰ بیمار مطالعه شده، ۱۶ نفر (۸۰ درصد) زن و ۴ نفر (۲۰ درصد) مرد بودند. متوسط سن بیماران $5/4 \pm 32/5$ سال بود. از ۲۰ فرد داوطلب ۱۵ نفر (۷۵ درصد) زن و ۵ نفر (۲۵ درصد)

جدول ۱: مقادیر به دست آمده از متغیرهای بررسی هدایت عصبی عصب مدیان قبل و بعد از فلکسیون مچ دست در گروه کنترل

متغیر	قبل از فلکسیون		بعد از فلکسیون	
	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
تأخیر زمانی حسی (میلی ثانیه)	۲/۹۶	۰/۱۶	۲/۹۵	۰/۱۵
سرعت هدایت عصبی (متر بر ثانیه)	۵۴/۵۵	۵/۲۲	۵۲/۶۵	۵/۶۵
تأخیر زمانی ترکیبی (میلی ثانیه)	۱/۷۷	۰/۱۱	۲/۱۸	۱/۸۴
تأخیر زمانی حرکتی (میلی ثانیه)	۲/۱۲	۰/۲۸	۲/۱۲	۰/۲۹
ارتفاع موج حرکتی (میلی ولت)	۱۳/۶۰	۲/۰۱	۱۳/۵۵	۲/۷۸

1- Statistical Package for Social Sciences

2- Clomogrov-Smirnov

3-Paired sample T-test

جدول ۲: مقادیر به دست آمده از متغیرهای بررسی هدایت عصبی عصب مدیان قبل و بعد از فلکسیون مچ دست در گروه بیماران

متغیر		قبل از فلکسیون		بعد از فلکسیون	
	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	
تأخیر زمانی حسی (میلی ثانیه)	۳/۱۱	۰/۱۸	۳/۱۹	۰/۲۱	
سرعت هدایت عصبی (متر بر ثانیه)	۵۲/۰۵	۴/۰۵	۴۸/۸۵	۴/۸۴	
تأخیر زمانی ترکیبی (میلی ثانیه)	۱/۸۸	۰/۱۲	۱/۹۰	۰/۱۲	
تأخیر زمانی حرکتی (میلی ثانیه)	۳/۲۸	۰/۲۷	۳/۳۱	۰/۲۸	
ارتفاع موج حرکتی (میلی ولت)	۱۱/۷۰	۲/۹۳	۱۱/۴۵	۲/۸۱	

بحث و نتیجه گیری

در پژوهش هانسون و نیلسون^(۱) (۱۹۹۵) نیز

تشخیص سندرم تونل کارپ در مراحل خفیف (سرعت هدایت عصبی طبیعی) می تواند امکان درمان زودتر و مؤثرتر را فراهم کند، بنابراین تعیین تست‌هایی با حساسیت بالاتر اهمیت زیادی دارد. در مطالعه حاضر نتایج نشان داد که فلکسیون مچ دست به مدت ۵ دقیقه به طور معنی‌داری باعث کاهش سرعت هدایت عصبی و افزایش تأخیر زمانی حسی عصب مدیان در گروه بیماران شد، ولی تغییر معنی‌داری در گروه کنترل مشاهده نشد. بیشترین تغییر در گروه بیماران، در پاسخ‌های حسی است، ولی در پاسخ‌های حرکتی و پاسخ‌های ترکیبی چنین تغییری دیده نمی‌شود. به نظر می‌رسد در سندرم تونل کارپ فیبرهای حسی بیشتر از فیبرهای حرکتی آسیب می‌بینند. دلیل این امر احتمالاً کوچکتر بودن فیبرهای حسی نسبت به فیبرهای حرکتی و در نتیجه آسیب بیشتر فیبرهای حسی می‌باشد.

از فلکسیون مچ دست به عنوان تست تحریکی استفاده شد و تغییرات فقط در پاسخ‌های حسی عصب مدیان دیده شد (۷)، ولی برونسون و همکاران (۱۹۹۷) تفاوت حداقل و حداکثر تأخیر زمانی حرکتی را در پنج وضعیت مختلف مچ دست در افراد سالم و بیماران مشکوک به سندرم تونل کارپ اندازه گرفته و تفاوت معنی‌داری را مشاهده کردند (۳). بنابراین اگر تست تحریکی فلکسیون مچ دست باشد احتمالاً تغییر در پاسخ‌های حسی بیشتر است. علت تأثیر فلکسیون مچ دست بر معیارهای هدایت عصبی می‌تواند به علت توقف هدایتی ناشی از کاهش خون‌رسانی به عصب مدیان (۸) یا افزایش فشار تونل کارپ (۷) باشد.

در مطالعه حاضر تست تحریکی باعث تغییر معنی‌داری در پاسخ حسی شد. در مطالعه برونسون و همکاران (۱۹۹۷) تغییر پاسخ حرکتی (۳) و در تحقیق هانسون و نیلسون (۱۹۹۵) باعث توقف هدایتی

در مطالعه حاضر نتایج نشان داد که فلکسیون مچ دست به مدت ۵ دقیقه به طور معنی‌داری باعث کاهش سرعت هدایت عصبی و افزایش تأخیر زمانی حسی عصب مدیان در گروه بیماران شد، ولی تغییر معنی‌داری در گروه کنترل مشاهده نشد. بیشترین تغییر در گروه بیماران، در پاسخ‌های حسی است، ولی در پاسخ‌های حرکتی و پاسخ‌های ترکیبی چنین تغییری دیده نمی‌شود. به نظر می‌رسد در سندرم تونل کارپ فیبرهای حسی بیشتر از فیبرهای حرکتی آسیب می‌بینند. دلیل این امر احتمالاً کوچکتر بودن فیبرهای حسی نسبت به فیبرهای حرکتی و در نتیجه آسیب بیشتر فیبرهای حسی می‌باشد.

1- Hansson & Nilsson

پاسخ حسی شد (۷)، در حالی که وایدیرین و همکاران (۲۰۰۲) هیچ تغییر معنی داری را مشاهده نکردند (۴). علت این تفاوت ممکن است به علت نوع تست تحریکی باشد که در مطالعه وایدیرین و همکاران (۲۰۰۲) استفاده شده است. آنها تست فشار بر تونل کارپ را به کار برده اند، در حالی که سایر مطالعات از وضعیت‌های مختلف مچ دست استفاده کرده‌اند. نتایج پژوهش لوچتی و همکاران^(۱) (۱۹۹۸) فشار تونل کارپ در سندرم تونل کارپ در حالت اکستانسیون بیشتر از حالت فلکسیون مچ دست بود (۹).

در این مطالعه تست تحریکی باعث تغییر معنی‌داری در معیارهای هدایت عصبی افراد سالم نشده است، ولی در مطالعه آنسی و همکاران (۲۰۰۴) ۴۵ دقیقه اکستانسیون مچ دست باعث توقف هدایتی در پاسخ‌های حسی و حرکتی عصب مدیان گردید (۵). علت این یافته احتمالاً زمان نسبتاً طولانی (۴۵ دقیقه در مقابل ۵ دقیقه) است که در مطالعه اخیر استفاده شده است.

در مطالعه حاضر پاسخ ترکیبی عصب مدیان بعد از فلکسیون مچ دست تغییر نکرد، در حالی که لو و همکاران^(۲) (۲۰۰۵) معتقدند که پاسخ ترکیبی عصب مدیان در تشخیص موارد خفیف سندرم تونل کارپ حساستر از پاسخ حسی است (۱۰). در سایر مطالعات مربوط به تست تحریکی این معیار اندازه‌گیری نشده است (۸ و ۵-۲).

در این پژوهش در تمام بیمارانی که در نهایت وارد مطالعه شدند اختلاف پاسخ حرکتی عصب مدیان و اولنار با ثبت از لومبریکال و بین استخوانی پشتی طبیعی بود، ولی بعد از تست تحریکی تغییر معنی‌داری در پاسخ‌های حسی مشاهده شد. پرستون و لوجیگیان^(۳) (۱۹۹۴) اختلاف پاسخ حرکتی عصب مدیان و اولنار با ثبت از لومبریکال و بین استخوانی پشتی را معیار حساسی در تشخیص موارد خفیف سندرم تونل کارپ می‌دانند (۱۱). بنابراین ثبت پاسخ‌های حسی عصب مدیان بعد از تست تحریکی ممکن است از معیار اختلاف پاسخ حرکتی عصب مدیان و اولنار با ثبت از لومبریکال و بین استخوانی پشتی حساس‌تر باشد که انجام تحقیق جداگانه‌ای برای مقایسه این دو روش ضروری است. در مجموع نتیجه‌گیری می‌شود که در بیمارانی که علائم سندرم تونل کارپ را دارند، ولی تست‌های متداول الکترودیآگنوستیک آنها طبیعی است، فلکسیون مچ دست به مدت ۵ دقیقه باعث تغییر معنی‌داری در سرعت هدایت عصبی و تأخیر زمانی حسی عصب مدیان می‌شود. محدودیت موجود در نتایج حاصل از این پژوهش این است که مشخص نمی‌شود که چه مقدار تغییر در تأخیر زمانی حسی و سرعت هدایت عصبی بعد از فلکسیون مچ دست، به

1-Luchetti et al
2-Lew et al
3-Preston & Logigian

عنوان سندرم تونل کارپ در نظر گرفته شود. پیشنهاد می شود که این دو معیار بعد از ۵ دقیقه فلکسیون مچ دست، در همان وضعیت فلکسیون اندازه‌گیری شود و مچ دست به حالت خنثی برنگردد. این امر احتمالاً باعث ایجاد تفاوت عددی بیشتری در معیارهای بیماران نسبت به گروه کنترل شده و امکان تعیین عددی مطلق جهت تشخیص سندرم تونل کارپ با تست تحریکی فلکسیون مچ دست را فراهم می آورد.

تقدیر و تشکر

از معاونت پژوهشی دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی شیراز که ما را در انجام این پژوهش یاری کردند قدردانی و تشکر می گردد.

The Effect of Provocative Tests on Electrodiagnosis of Clinical Carpal Tunnel Syndrome

Emad MR^{*},
Najafi SH^{**}

^{*}Associate Professor of Physical Medicine and Rehabilitation, Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Faculty Medicine, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran

^{**}Assistant of Physical Medicine and Rehabilitation, Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Faculty Medicine, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran

KEYWORDS:

**Median nerve,
Carpal Tunnel Syndrome (CTS),
Electrodiagnostic tests,
Provocative test**

Received:28/1/1385

Accepted:10/3/1385

Corresponding Author: Emad MR
Email: emadm@sums.ac.ir

ABSTRACT:

Introduction & Objective: Nerve conduction study is the most sensitive test for diagnosis of carpal tunnel syndrome (CTS). This test is normal in some patients with mild CTS. Median nerve conduction study evaluation after a provocative test (e.g. wrist flexion) may be helpful for diagnosis of mild CTS. This study aimed to determine the effect of wrist flexion on median nerve conduction in patients suspected to CTS and in healthy subjects.

Materials & Methods: In this case-controlled study, 20 patients (20 hands) with clinical signs of CTS and normal routine electrodiagnosis test results and 20 healthy subjects were investigated. Measured parameters included: median nerve distal sensory latency (DSL), nerve conduction velocity (NCV), compound nerve action potential (CNAP), distal motor latency (DML) and compound muscle action potential amplitude (CMAP AMP). The above noted parameters were measured before and after 5 minutes of full wrist flexion. Data were collected by filling out a questionnaire and were analyzed using Paired T-test.

Results: Distal Sensory Latency increment and NCV decrement after 5 minutes wrist flexion in the patients group were statistically significant ($p<0.05$). The same parameters did not show a significant incremental or decremental change in the control group.

Conclusion: Median nerve DSL and NCV measurement after 5 minutes wrist flexion may be helpful in determining more sensitive parameters in the electrodiagnosis of CTS.

REFERENCES:

1. Atroshi I, Gummesson C, Johanson R, Ornstein E, Ranstam J, Rosen I. Prevalence of carpal tunnel syndrome in general population. *JAMA* 1999; 282(2): 153-8.
2. Bodofsky EB, WU KD, Campellone JV, Greenberg WM, Tomai AC. A sensitive new median-ulnar technique for diagnosis mild carpal tunnel syndrome. *Electromyogr Clin Neurophysiol* 2005; 45(3): 139-44.
3. Bronson J, Beck J, Gillet J. Provocative motor nerve conduction testing in presumptive carpal tunnel syndrome unconfirmed by traditional electrodiagnostic testing. *J Hand Surg* 1997; 22(6): 1041-6.
4. Wiederein RC, Feldman TD, Heusel LD, Loro WA, Moore JH, Ernst GP, et al. The effect of the median nerve compression test on median nerve conduction across the carpal tunnel. *Electromyogr Clin Neurophysiol* 2002; 42(7): 413-21.
5. Anne L, Chowet, Jaime R. Lope z, Brok-Utne JG, Jaffe RA. Wrist hyperextension leads to median nerve conduction block. *Anesthesiology* 2004; 100(2): 287-91.
6. Canale S, Terry. *Compbell's operative orthopaedics*. 10th ed. London: Mosby; 2003: 3761.
7. Dumitru D, Zwarts M. Focal peripheral neuropathies. In: Dumitru D, Amato AA, Zwarts M. *Electrodiagnostic medicine*. 2nd ed. Philadelphia Hanley & Belfus; 2002: 1047-68.
8. Hanson S, Nilsson BY. Median sensory nerve conduction during wrist flexion in the carpal tunnel syndrome. *Electromyogr Clin Neurophysiol* 1995; 32(2): 99-105.
9. Luchetti R, Schoenhuber R, Nathan P. Corrolation of segmental carpal tunnel pressure with changes in hand and wrist position in patient with carpal tunnel syndrome and controls. *J Hand Surg* 1998; 23(5): 598-602.
10. Lew HL, Date ES, Pan SS, WU P, Ware PF, Kingery WS. Sensitivity, specificity and variability of nerve conduction velocity measurement in carpal tunnel syndrome. *Arch Phys Med Rehab* 2005; 86: 12-6.
11. Preston DC, Logigian EL. Lumbrical and interossei recording in carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve* 1994; 17(3): 359-60.