

مطالعه الگوی اتصالات غیر معمول پروناتور ترس در گروه عضلات فلکسوری ساعد

تاریخ دریافت مقاله: ۹۱/۱۱/۳؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۲/۷

چکیده

علی رضا شمس^{۱*}، ندا عابدپور^۲، محمدرضا دارابی^۳ و مهدی عباسی^۴

^۱دکترای آناتومی، استادیار دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، ایران
^۲کارشناس ارشد تشریح، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران
^۳دکترای آناتومی، استادیار دانشکده علوم پزشکی اراک، مرکزی، ایران
^۴دکترای آناتومی، دانشیار دانشکده علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

* نویسنده مسئول: استادیار دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، ایران

۰۲۶-۳۴۳۳۶۰۰۷
E-mail: arshams_2000@yahoo.com

مقدمه و هدف: مطالعه ارتباطات و وضعیت‌های غیر طبیعی در شکل‌گیری و مسیر عضلات، اعصاب و عروق در اندام فوقانی بسیار مهم است و به اطباء بالینی و جراحان در تشخیص‌های متفاوت در شرایط بروز علائم غیر طبیعی بالینی کمک شایانی می‌کند. از آنجایی که بازو و ساعد محل تشکیل بسیاری از عناصر می‌باشند، واریاسیون‌های فلکسورهای بازو و ساعد نادر نیستند اما واریاسیون عضله پروناتور ترس (PT) در منابع اندک است. در تحقیق حاضر وضعیت غیرطبیعی اتصالات PT در هنگام تشریح روتین جسد مشاهده گردید. PT یکی از خارجی‌ترین عضلات گروه سطحی ناحیه قدامی ساعد می‌باشد و به عنوان یک چرخاننده داخلی رادیوس بر روی اولنا هنگام پروناسیون عمل می‌کند. عضله در شروع فلکشن و نیز در پروناسیون مفصل آرنج دارای نقش اساسی می‌باشد و دو مبدأ اتصالی دارد. مبدأ بازویی (Humeral) از وتر مشترک فلکسورهای ساعد به اپی‌کندیل داخلی استخوان بازو می‌چسبد. مبدأ دوم یا اولنار به سطح داخلی زائده کورونوئید (Coronoid process) استخوان اولنا اتصال دارد. از بین این دو مبدأ اتصالی عصب مدیان (Median nerve) عبور کرده وارد ساعد می‌شود. سپس الیاف عضلانی به طور مایل به طرف پایین و خارج رفته تبدیل به وتر تخت می‌شود که به نیمه ارتفاع سطح خارجی تنه استخوان رادیوس می‌چسبد.

روش‌ها: در هنگام تشریح جسد یک مرد ۶۰ ساله که هیچ گونه اطلاعاتی در مورد بیماری‌های قبلی او وجود نداشت واریاسیون نادری از عضله PT مشاهده گردید.

نتایج: یافته‌ها مبنی بر وجود یک مبدأ غیر طبیعی عضله و غایب بودن اتصال کورونوئید آن بود. با توجه به مجاورت مهم این عضله با عصب مدیان و شریان براکیال به دلیل بروز تروماهای احتمالی که ممکن است موجب آسیب به عصب و شریان گردد، نحوه اتصال این عضله به استخوان بسیار مهم می‌باشد. به علاوه یک واریاسن عصبی نیز در این منطقه به صورت جدا شدن زود هنگام شاخه بین استخوانی قدامی عصب مدیان ملاحظه گردید.

بحث: به نظر میرسد که واریاسیون‌های PT ممکن است بر روی فعالیت‌های اندام فوقانی تأثیر بگذارند. داشتن اطلاعات در این موارد می‌تواند برای آناتومیست‌ها، رادیولوژیست‌ها، متخصصین بیهوشی و جراحان در ارزیابی بی‌حسی و نواقص حسی و حرکتی بعد از آسیب‌ها و مداخلات جراحی در اندام فوقانی مهم باشد. آگاهی از وجود واریاسیون‌های آناتومیک اغلب برای توضیح علائم و نشانه‌های غیر منتظره و تشخیص‌های متفاوت در شرایط غیرطبیعی بالینی بکار می‌رود. در این تحقیق ملاحظات بالینی نیز در واریاسیون حاضر بررسی گردیده است. چنین موارد نادری از واریاسیون می‌تواند به عنوان اتیولوژی سندرم پروناتور ترس لحاظ گردد.

کلمات کلیدی: جسد، عصب مدیان، پروناتور ترس، واریاسیون آناتومیک

مقدمه

اعضای داخلی و خارجی گردند. بسیاری از این تغییرات موجب بروز نقص‌های مادرزادی شده که خود ممکن است منجر به درجات مختلفی از آسیب و حتی مرگ شود. بعضی از این تغییرات تنها منجر به بروز علائم ظاهری و یا کارکردی خواهد شد. گاهی

چنین در زمان اندام‌زایی (organogenesis) در برابر عوامل آسیب‌رسان و انواع تراژون‌ها قرار دارد که می‌تواند بر روی نحوه تشکیل اندام‌های مختلف تأثیر گذاشته و موجب شکل‌گیری متفاوت

می‌گردد.^{۱۱} این عصب در ناحیه ساعد به عضلات PT، خم کننده خارجی مچ دست (Flexor carpi radialis longus)، کشنده دراز کف دست (Palmaris longus)، خم کننده سطحی انگشتان (Flexor digitorum superficialis) و مفاصل آرنج و رادیو اولنار فوقانی عصب می‌دهد. همچنین بخش‌هایی از کف دست و انگشتان را نیز عصب دهی می‌کند.^{۱۲} هنگام جراحات به علت مسیر عصب و مجاورت مهم با عضله می‌تواند به آسانی دچار آسیب گردد و نواحی حسی و عضلات حرکتی را دچار اختلال سازد. بنابراین آشنایی با مسیر و چگونگی اتصال عضله پروناتور ترس مخصوصاً در بررسی عوامل آسیب رساننده به عصب مدیان در بسیاری از موارد درمانی و یا تشخیصی می‌تواند مؤثر باشد. آشنایی پزشکان به خصوص جراحان با واریاسیون عصب عضله به منظور پی بردن به روش‌های مناسب دسترسی در هنگام جراحی بسیار مهم است.^{۱۳ و ۱۴}

نتایج

در هنگام تشریح ناحیه قدامی آرنج و ساعد اندام فوقانی چپ واریاسیون نادری از عضله پروناتور ترس مشاهده شد. جسد مربوط به مردی حدوداً ۶۰ ساله بود که علائم تصادفی یا ترومایی ظاهری نداشت. جسد با وزن حدود ۷۰ کیلوگرم و قد ۱۶۸ سانتی‌متر در سالن تشریح دانشکده پزشکی دانشگاه قزوین فیکس شده و بر اساس متد تشریحی کانینگهام^{۱۵} تشریح گردیده بود. در این واریاسیون فیبرهای عضلانی عضله از دو مبدأ استخوانی کشیده شده بود که یک مبدأ آن (مبدأ هومورال) بالاتر از محل طبیعی خود از لبه سوپراکندیلار داخلی بازو (Medial supracondylar) و حدود ۶/۲ سانتی‌متر بالاتر از اپی کندیل داخلی بازو و قسمت تحتانی لبه سوپراکندیلار داخلی بازو مبدأ گرفته بود (شکل ۱).

در این مورد مبدأ کورونوئید عضله پروناتور ترس نیز غایب بود (شکل ۲) به طوری که شاید نتوان نام عضله را پروناتور ترس گذاشت زیرا مسیر آناتومیکی و اتصالات آن هیچ ارتباطی با عمل درون گرداندگی نداشت و شاید بهتر باشد تا نام فلکسور یا تا کننده ناحیه آرنج بر آن گذاشته شود.

نیز این واریاسیون‌ها در هنگام اعمال جراحی و یا اتوپسی قابل شناسایی هستند و گاهی با تأثیرات مهمی که در ساختارهای مجاور خود می‌گذارند شناخته می‌شوند و با بروز علائم بالینی قابل شناسایی هستند. از جمله واریاسیون در موارد نادر در عضلات فلکسوری ساعد است. عضله پروناتور ترس (Pronator tres (PT یکی از عضلات گروه سطحی ناحیه قدامی ساعد می‌باشد. این عضله دارای دو مبدأ اتصالی است: یک مبدأ هومورال که جزو وتر مشترک به اپی‌کندیل داخلی هوموروس و یک مبدأ اولنار که به سطح داخلی زاید کورونوئید استخوان اولنا اتصال دارد. از بین این دو سر یا مبدأ اتصالی عصب مدیان و شریان براکیال عبور کرده وارد ساعد می‌گردند.

الیاف عضلانی به طور مایل به طرف پایین و خارج رفته تبدیل به یک وتر تخت می‌شوند که در نیمه ارتفاع سطح خارجی تنه رادیوس به تکه پروناتور (Pronator tubercle) اتصال می‌یابد. خون رسانی این عضله به طور مستقیم از شریان اولنار (Ulnar artery) می‌باشد. البته شریان راجعه قدامی اولنار (Anterior ulnar recurrent artery) و شریان رادیال هم در این خون رسانی شرکت می‌کنند. عضله از عصب مدیان عصب‌گیری می‌کند. PT با گرداندن رادیوس روی اولنا کف دست را به سمت پشت می‌گرداند و ساعد را هم به همان سمت می‌گرداند، همچنین فلکسور ضعیفی برای آرنج است و عضله درون گرداننده مربع (pronator quadrates) را هنگام گرداندن سریع یا قوی کمک می‌کند اما تأثیرش ضعیف تر از آن است.^۱ در میان بسیاری از واریاسیون‌های عضله PT^۲ وجود مبدأ اتصالی غیرطبیعی در ناحیه بازو از همه مهم تر است^{۳-۵} که در بعضی مقالات از آن به عنوان لیگامان (Struthers ligament) نام برده می‌شود.^{۶-۸} این واریاسیون فیبری-عضلانی می‌تواند عصب عبوری مدیان در ناحیه را به تله بیندازد و موجب فشار به آن گردد. همچنین شریان بازویی، شریان اولنار و نیز عصب اولنار نیز می‌توانند تحت فشار قرار گیرند.^{۳ و ۹ و ۱۰}

عصب مدیان یکی از شاخه‌های مهم شبکه بازویی می‌باشد که از اجتماع دو ریشه از طناب خارجی و داخلی تشکیل می‌گردد. عصب مدیان در طرف خارج شریان بازویی فرود می‌آید و از آنجا تا حفره کوبیتال (Cubital fossa) نزول می‌کند، سپس از بین دو سر اتصالی عضله پروناتور ترس عبور کرده وارد ساعد

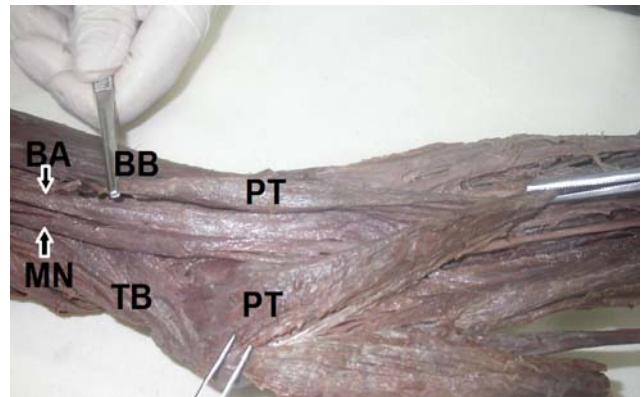
بحث

گزارشاتی در مورد واریاسیون و وجود عضلات اضافی و یا نبود آن‌ها در اندام فوقانی وجود دارد. Paim M در سال ۲۰۰۸ به وجود یک عضله اضافی براکیالیس و تاثیر آن بر روی سترنم تونل رادیال Radial tunnel syndrome به عنوان عامل به وجود آورنده اشاره دارد.^{۱۶} همچنین مقالاتی در وجود مبدأ غیرطبیعی عضله پروناتور ترس گزارش شده است.^{۱۷، ۱۸} S. F. Gunther و همکاران به وجود لیگامان Struthers' ligament و ارتباط آن با عصب مدیان در جسد اشاره کرده‌اند. این واریاسیون اولین بار توسط Struthers در ۱۸۵۴ گزارش شده است. طبق اظهارات وی لیگامان از زائده سوپراکوندیلار هومروس به اپی کوندیل داخلی متصل می‌شد و می‌توانست موجب فشار و درگیری عصب مدیان گردد که از موارد قابل توجه واریاسیون پروناتور ترس است.^۸

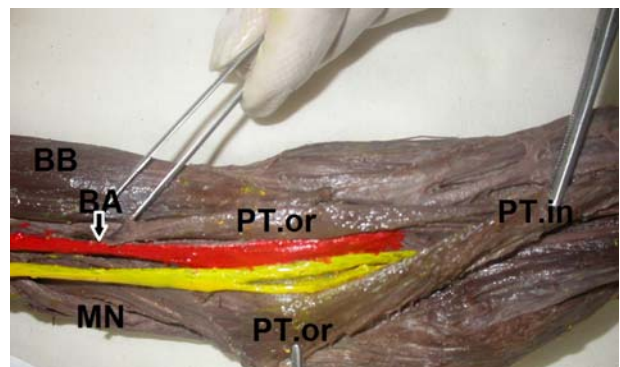
Murray WM. و همکاران در ۱۹۹۵ اظهار نمودند که حرکات عضلات بازو و ساعد که از آرنج عبور می‌کند با وضعیت ساعد و انجام حرکات شامل باز شدن، بسته شدن، پروناسیون و سوپیناسیون بستگی به حرکات و عضلاتی مانند براکیورادیالیس، بایسپس، براکیالیس، پروناتور ترس و تریسپس مرتبط است. بنابراین جایابی محل اتصالات تاندونی و لیگامانی و واریاسیون‌های عضلات و نیز تغییر زاویه آرنج می‌تواند در حرکات مفصل آرنج و نیز عناصر مجاور این عضلات تأثیر بگذارد.^{۱۸}

Nebot-Cegarra J و همکاران در ۱۹۹۴ تحقیقی بر روی اندام فوقانی چندین جسد انجام دادند. آن‌ها وجود فاسیکل‌های اضافی مربوط به عضله پروناتور ترس و ارتباطات و موقعیت آن‌ها را از نظر مجاورت با عصب مدیان بررسی کردند. در این تحقیق فاسیکل‌های فرعی در عضله پروناتور ترس در ۸/۳٪ در ۶۰ اندام فوقانی مورد بررسی گزارش شده است. این فاسیکل‌ها در ۵٪ موارد از تاندون عضله براکیالیس و ۳/۳٪ موارد از تاندون خارجی دو سر بازویی و ۱/۶٪ از عضله خم‌کننده سطحی انگشتان بوده‌اند.^{۱۹}

آسیب اعصاب محیطی اندام فوقانی به طور معمول در بیمارانی رخ می‌دهد که در فعالیت‌های ورزشی و شغل‌های فیزیکی شرکت دارند. این نوع آسیب‌ها شایع است و اعصاب محیطی مشخصی به دلیل موقعیت آناتومیک ویژه خود در معرض خطر بیش‌تری برای



شکل ۱. در این واریاسیون فیبرهای عضلانی عضله از دو مبدأ استخوانی کشیده شده است که یک مبدأ آن (مبدأ هومرال) بالاتر از محل طبیعی خود از لبه سوپراکوندیلار داخلی بازو و حدود ۶/۲ سانتی‌متر بالاتر از اپی کوندیل داخلی بازو و قسمت تحتانی لبه سوپراکوندیلار داخلی بازو مبدأ گرفته است. PT: عضله پروناتور ترس؛ BB: عضله دو سر بازویی؛ BA: شریان بازویی؛ MN: عصب مدیان؛ TB: عضله سه سر بازویی



شکل ۲. در این تصویر مبدأ هومرال بالاتر از محل طبیعی خود از لبه سوپراکوندیلار داخلی بازو و بالاتر از اپی کوندیل داخلی بازو و قسمت تحتانی لبه سوپراکوندیلار داخلی بازو مبدأ گرفته است. سر کورونوئید عضله پروناتور ترس غایب است.

PT.or: مبدأ عضله پروناتور ترس؛ PT.in: انتهای عضله پروناتور ترس؛ BB: عضله دو سر بازویی؛ BA: شریان بازویی؛ MN: عصب مدیان؛ TB: عضله سه سر بازویی. این عضله در وضعیت نرمال دارای دو مبدأ اتصالی است: یک مبدأ هومرال که جزو وتر مشترک به اپی کوندیل داخلی هومروس و یک مبدأ اولنار که به سطح داخلی زائده کورونوئید استخوان اولنا اتصال دارد.

از آن در تشخیص علائم کلینیکی ناشی از آسیب عصب مدیان و یا سندرم پروناتور برای آسیب یا واریاسیون‌های عضله پروناتور ترس نیز استفاده نمود.^{۲۱}

از نظر علایم، عضله پروناتور ترس در ساعد می‌تواند موجب فشار روی عصب مدیان شود که سبب بروز علایمی مشابه با سندرم تونل کارپ (CTS) می‌گردد. این نشانه‌ها به دنبال پروناسیون مکرر ساعد به ویژه در هنگام باز بودن آرنج به صورت ناراحتی و درد در ساعد دیده می‌شود. پارستزی در شست و دو انگشت اول ممکن است وجود داشته باشد. حس ساعد طبیعی و حس انگشتان نیز می‌تواند طبیعی باشد. در سندرم پروناتور، ضعف حسی روی برجستگی تار وجود دارد که در CTS دیده نمی‌شود.^{۲۲ و ۲۳} بسیاری از علائم CTS مانند آسیب عصب مدیان در سندرم پروناتور مانند پارستزی و یا ضعف عضلات حرکتی است.^{۲۳ و ۲۴} تفاوت سندرم پروناتور با CTS این است که بروز علامت مثبت تینل (Tinel's sign) در ناحیه ساعد بیش‌تر از مچ دست است. همچنین تست فالن (phalen's test) منفی است. به علاوه حس‌های غیرطبیعی (dysesthesia) در مثلث پالمار دست دیده می‌شود و در ناحیه آرنج در مقابل خم شدن مفصل پروگزیمال بند انگشتی PIP مربوط به انگشتان سبابه و حلقه و در هنگام مقاومت در برابر پروناسیون درد وجود دارد. درمان به طور خلاصه در آسیب عصبی پروناتور شامل تعدیل فعالیت‌ها؛ تزریق استروئید و آتل‌گیری آرنج با زاویه ۹۰ درجه است و کاهش دامنه حرکتی آرنج باید بررسی شود.^{۲۵ و ۲۶}

در جمع‌بندی نتایج و بحث تحقیق حاضر میتوان اظهار نمود هر چند عقیده بعضی از همکاران محقق براین است که تحقیقات در زمینه آناتومی محض به بن بست رسیده است، ارائه گزارش و بررسی این موارد افتق تازه‌ای را در ارزیابی و تشخیص عوارض بالینی می‌گشاید و توجه بیش‌تر جراحان را هنگام جراحی در این نواحی طلب می‌کند. به علاوه در بیان و شرح ریخت‌شناسی انسانی و آنترپومتریک Anthropometric و تقسیم گونه‌های مختلف نژادی انسان به خصوص در بررسی تنوع نژادی در کشوری تواند مهم باشد. نهایتاً بررسی انواع واریاسیون‌ها می‌تواند در تشخیص و علت بروز اتیولوژی بیماری‌ها بسیار مؤثر باشد و به طور کاربردی در بالین مورد استفاده پزشکان و جراحان قرار گیرد.

آسیب قرار دارند. عوامل خطر عبارت از موقعیت سطحی، قرار گرفتن در حالت پرخطر از نظر تروما برای مدت طولانی و مسیر باریک عبور از داخل یک مجرای استخوانی هستند. لذا واریاسیون‌های غیر معمول عضلانی، در صورت وجود، در بروز این عوارض نقش مستقیم می‌یابند.^{۲۰}

به علت واریاسیون در عضلات اندام فوقانی عصب مدیان ممکن است به وسیله عضله پروناتور ترس و یا عضله خم‌کننده سطحی انگشتان در ناحیه بالایی ساعد تحت فشار قرار گیرد و موجب آسیب عصب مدیان در ساعد و بروز سندرم پروناتور (Pronator tres syndrome) گردد. در گروهی از این بیماران که درد زیادی را بیان می‌کنند ممکن است دست و ساعد به صورت پرون باشد. در این سندروم بیحسی دست و ضعف در انگشتان می‌تواند وجود داشته باشد. به هر حال بدون یافته‌های تشخیصی مانند تست‌های الکتریکی الکترومیوگرافی EMG و نیز MRI، تأیید تشخیص‌های بالینی مشکل است.^{۲۱}

در روش تشخیصی MRI آسیب مزمن برای اعصاب مدیان و اولنار ممکن است منجر به بروز تغییرات دنرواسیون در عضله شود. این تغییرات ممکن است به صورت الگوی غیرطبیعی سیگنال‌ها دیده شود. به هر حال وجود نتایج طبیعی در MRI آسیب به عصب را رد نمی‌کند و با روش‌های جدیدتر MRI تقویت شده با گادولنیوم‌ترین M می‌توان به ارزیابی صحیح رزرناسیون عصب پرداخت. سونوگرافی روشی کم‌هزینه‌تر برای بررسی گیرافتادگی آناتومیک به شمار می‌آید اما به دلیل فقدان استاندارد سازی تکنیک و تفسیر، محدودیت کاربرد دارد. آزمون‌های الکترودییاگنوستیک شامل مطالعات و تست‌های هدایت عصب و الکترومیوگرافی (EMG) است که پیوستگی اعصاب حسی و حرکتی را مورد ارزیابی قرار می‌دهد. در روش EMG فعالیت الکتریکی عضله براساس سوزنی که در داخل آن قرار داده می‌شود، ثبت و نشانه‌های دنرواسیون را جستجو می‌کند. نواحی آسیب عصبی یا دمیالیناسیون با کندی سرعت هدایت در طول قطعه عصبی مورد نظر مشخص می‌شوند. ترکیب مطالعات هدایت عصبی و EMG می‌تواند به افتراق آسیب‌های عصبی مرکزی از محیطی کمک کند. این آزمون به طور معمول برای ارزیابی سندرم تونل کارپ و سندرم تونل کوبیتال به کار می‌رود ولی می‌توان

References

- Williams PL, Warwick R, Dyson M, Bannister LH. Gray's anatomy. 37th edition. London: Churchill Livingstone 1989.
- Froshse F, Frankel M. Die Muskeln des Menschlichen Armes. In: Von bardeleben K. (ed). Handbuch der Anatomie des Menschen. Verlag von Gustav Fischer, Jena, 1908;pp.109-10.
- Kessel L, Rang M. Supracondylar spur of the humerus. J Bone Joint Surg Br. 1966;48(4):765-769.
- Latarjet A. Myologie. In: TESTUT L, LATARJET A. (eds). Traité d'anatomie humaine. Librairie Octave Doin. Paris 1948;P.1039.
- Macalister A. Additional observations on muscular anomalies in human anatomy (third series). with a catalogue of the principal muscular variations hitherto published. Trans Roy Irish Acad. 1875;25:1-130.
- Jelev L, Georgiev G. P. Unusual high-origin of the pronator teres muscle from a Struthers' ligament coexisting with a variation of the musculocutaneous nerve Romanian Journal of Morphology and Embryology 2009;50(3):497-499.
- Lordan J, Raush P, Spinner R. J. The clinical anatomy of the supracondylar spur and the ligament of Struthers. Clin Anat 2005;18(7):548-551.
- Gunther S. F, DiPasquale D, Martin R. Struthers' ligament and associated median nerve variations in a cadaveric specimen. Yale J Biol Med 1993;66(3): 203-208.
- Talha H, Enon B, Chevalier J. M, et al. Brachial artery entrapment: compression by the supracondylar process. Ann Vasc Surg 1987;1(4):479-482.
- Mittal R. L, GUPTA B. R. Median and ulnar-nerve palsy: an unusual presentation of the supracondylar process. Report of a case. J Bone Joint Surg Am 1978;60(4):557-558.
- Beheiry EE. Anatomical variations of the median nerve distribution and communication in the arm. Folia Morphol (Warsz). 2004;63(3):313-8.
- Johnson Elizabeth O, Vekris Marios & Theano Demesticha . Neuroanatomy of the brachial plexus: normal and variant anatomy of its formation . Surg. Radiol. Anat. 2010;32:291-297.
- Uzun A, Seelig LL Jr. A variation in the formation of the median nerve: communicating branch between the musculocutaneous and median nerves in man. Folia Morphol. (Warsz) 2001;60(2):99-101.
- Aggarwal Anjali, Harjeet K. & Daisy Sahni: Bilateral multiple complex variations in the formation and branching pattern of brachial plexus Surg. Radiol. Anat 2009;31:723-731.
- Romans J . Cunninghams Manual of Practical Anatomy. Volume two. 1998.
- Pai MM, Nayak SR, Vadgaonkar R, Ranade AV, Prabhu LV, Thomas M, Sugavasi R. Accessory brachialis muscle: a case report. Morphologie 2008;92(296):47-9.
- Le double A. F. Muscles de la main. In: LE DOUBLE A. F. (ed). Traité des variations du système musculaire de l'homme. Schleicher Frères. Paris. 1897: 79-82.
- Murray WM, Delp SL, Buchanan TS. Variation of muscle moment arms with elbow and forearm position. J Biomech. 1995;28(5):513-25.
- Nebot-Cegarra J, Reina-de la Torre F, Pérez-Berrueto J. Accessory fasciculi of the human pronator teres muscle: incidence, morphological characteristics and relation to the median nerve. Ann Anat. 1994;176(3):223-7.
- Neal SL, Fields KB. Peripheral nerve entrapment and injury in the upper extremity. American Family physician 2010;81:147-55.
- Tatar I, Brohi R, Sen F, Tonak A. Innervation of the coracobrachialis muscle by a branch from the lateral root of the median nerve. Folia Morphol (Warsz) 2004;63(4):503-6.
- Bridgeman C, Naidu S, Kothari MJ. Clinical and electrophysiological presentation of pronator syndrome. Electromyogr Clin Neurophysiol. 2007;47(2):89-92.
- Bilecenoglu B, Uz A, Karalezli N. Possible anatomic structures causing entrapment neuropathies of the median nerve: an anatomic study. Department of Anatomy, Ankara University School of Medicine, Ankara, Turkey. Acta Orthop Belg. 2005;71(2):169-76.
- Mujadzic M, Papanicolaou G, Young H, Tsai TM. Simultaneous surgical release of ipsilateral pronator teres and carpal tunnel syndromes. Plast Reconstr Surg. 2007;119(7):2141-7.
- Tulwa N, Limb D, Brown RF. Median nerve compression within the humeral head of pronator teres. St James's University Hospital, Leeds, UK. 1994;19(6):709-15.