

ارزیابی میزان پرتوگیری بیماران در طی آنژیوگرافی و آنژیوپلاستی قلبی در بخش آنژیوگرافی بیمارستان شهید مدنی تبریز

اصغر مصباحی^{۱،۲*}، ناصر اصلان آبادی^۳، پریناز محنتی^۴، احمد کشتکار^۴

۱- استادیار گروه فیزیک پزشکی دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران.

۲- فیزیسیست بخش پرتو درمانی بیمارستان امام خمینی تبریز، تبریز، ایران.

۳- دانشیار گروه قلب دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران.

۴- دانشیار گروه فیزیک پزشکی دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران.

تاریخ دریافت: ۸۷/۶/۲۹ تاریخ پذیرش مقاله: ۸۷/۱۲/۲۰

چکیده

مقدمه: آنژیوگرافی و آنژیوپلاستی کرونری باعث پرتوگیری قابل توجه بیماران می گردد. در این پژوهش متوسط دوز تشعشعی دریافتی بیماران در بخش آنژیوگرافی بیمارستان شهید مدنی تعیین شده است.

مواد و روشها: دستگاه آنژیوگرافی فیلیپس از نوع تقویت کننده تصویر مدل BH3000 مورد استفاده قرار گرفت. صحت دوزیمتر داخلی آن مورد سنجش واقع شد. سپس حاصلضرب دوز در مساحت برای بیماران (۲۳۶ نفر) در حین فلوروسکوپی و فیلمبرداری ثبت گردید. با تجزیه و تحلیل اطلاعات بدست آمده متوسط دوز دریافتی بیماران در آنژیوگرافی، آنژیوپلاستی و برای دو حالت فلوروسکوپی و فیلمبرداری بدست آمد. همچنین متوسط زمان فلوروسکوپی برای کل بیماران مورد مطالعه نیز بدست آمد.

نتایج: مقدار متوسط دوز ۲۳/۷ و ۹۱/۵ گری سانتی متر مربع به ترتیب برای آنژیوگرافی و آنژیوپلاستی بدست آمد. دوز دریافتی بیماران ناشی از فیلمبرداری، فلوروسکوپی و دوز مجموع برای آنژیوگرافی به ترتیب ۲، ۷/۷ و ۳/۸ برابر کمتر از آنژیوپلاستی بود. متوسط زمان فلوروسکوپی در آنژیوگرافی ۱/۹ برابر کمتر از آنژیوپلاستی بدست آمد.

بحث و نتیجه گیری: زمان فلوروسکوپی و از طرفی پرتوگیری بیماران در حین فلوروسکوپی توافق خوبی با مطالعات دیگران دارد. اما دوز دریافتی بیماران در حین آنژیوپلاستی بطور قابل توجهی بالاتر از سایرین می باشد برای کاهش دوز دریافتی بیماران در آنژیوپلاستی استفاده از پایین ترین فریم ریت، کوچکترین اندازه میدان و همچنین بازآموزی اپراتورها و تکنولوژیست ها توصیه می گردد. (مجله فیزیک پزشکی ایران، دوره ۶، شماره ۱، پیاپی (۲۲)، بهار ۸۸، ۵۹-۵۳)

واژگان کلیدی: آنژیوپلاستی، آنژیوگرافی قلبی، پرتوگیری بیماران، دوزیمتری، حاصلضرب دوز در مساحت

۱-مقدمه

در این روش بیمار در دو مرحله تحت پرتو دهی قرار می گیرد. مرحله اول شامل فلوروسکوپی و تشخیص محل انسداد و در صورت لزوم درمان آن با استفاده از بالون و استنت گذاری می باشد. در مرحله دوم از نحوه عبور جریان خون از ناحیه تحت درمان فیلمبرداری^۱ صورت می گیرد. مطالعات مختلف نشان می دهند که در مقایسه با سایر روشها از قبیل: رادیوگرافی و فلوروسکوپی رایج، برش

امروزه استفاده از پرتو های ایکس در تشخیص و درمان بیماریهای مختلف در بخش های غیر رادیولوژی گسترش چشمگیری پیدا کرده است. یکی از این حوزه های مورد کاربرد، استفاده از تجهیزات فلوروسکوپی در تشخیص نارسائیهای عروق قلبی و درمان آن تحت کنترل فلوروسکوپی در بخش آنژیوگرافی قلبی می باشد (۱-۴).

* نویسنده مسؤول: اصغر مصباحی

آدرس: گروه فیزیک پزشکی، دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی تبریز

asgharmesbahi@yahoo.com

تلفن: ۳۳۶۴۶۶۰-۳۳۶۴۶۶۰ (۴۱۱) ۹۸+

^۱ Cine-acquisition

کمیتی است که نشانگر مقدار انرژی واگذار شده به بیمار و تخمین خوبی برای بررسی ریسکهای غیر قطعی به شمار می رود. از طرفی دیگر، می توان با استفاده از این کمیت دوز دریافتی پوست را نیز تخمین زد. مثلا برای یک ناحیه تحت تابش ۱۰۰ سانتی متر مربعی روی پوست، دوز آستانه ۲۰۰ گری سانتی متر مربع لازم است تا سرخی پوست گذرا ایجاد نماید. در دستگاههای آنژیوگرافی مقدار دوز دریافتی بیمار بصورت کمیت حاصلضرب دوز-مساحت و دوز جمععی توسط دوزیمتر داخلی دستگاه سنجیده و ثبت می شود. آگاهی از میزان دوز دریافتی بیمار در حین فلوروسکوپی به اپراتور اجازه می دهد که از بروز عوارض زودرس پرتوی جلوگیری کند و همچنین از بروز خطرات غیرقطعی در آینده بکاهد. این پژوهش با توجه به این نکته که بررسی نحوه و میزان پرتوگیری بیماران در یک بخش آنژیوگرافی می تواند اهمیت زیادی در جهت بهینه سازی تکنیکها داشته باشد انجام گردید.

۲- مواد و روشها

دستگاه آنژیوگرافی

از سیستم آنژیوگرافی فیلیپس مدل BH3000 ساخت کشور هلند برای آنژیوگرافی استفاده شد. این دستگاه قادر به انجام فلوروسکوپی پالسی و پیوسته می باشد. همچنین روش فیلمبرداری آن بصورت رقمی و با ۲۵ پالس در ثانیه صورت می گیرد. نرخ پالس پیش فرض آن ۱۲/۵ پالس در ثانیه است و در تصویربرداری باکیفیت بالا به ۲۵ پالس در ثانیه می رسد. توان لامپ پرتو ایکس آن ۲۰۰ کیلو وات و حداکثر آن ۱۵۰ کیلو ولت می باشد. این دستگاه برای کنترل مقدار پرتو دهی از سیستم کنترل دوز خودکارو صافیهای مخصوص استفاده می کند.

برای بررسی درستی زمانسنج، ولتاژ تیوب و دوزیمتر داخلی سیستم از دستگاه دوزیمتری (PTW-Freiburg) Diavolt ساخت کشور آلمان استفاده گردید. برای انجام آزمون دوزیمتر در نقطه مرجع ایترونشال قرار گرفت. این

نگاری رایانه ای^۱، در آزمونهای آنژیوگرافی قلبی، دوزتشعشی دریافتی بیمار و کاردیولوژیست به طور قابل توجهی می تواند بالا باشد بطوریکه دوز پوست بیمار تا حد ۲ گری که معادل یک جلسه درمان در بخش پرتودرمانی است گزارش شده است (۵-۹).

میزان پرتوگیری بیمار و پرسنل تحت تاثیر عوامل متعددی قرار می گیرد. بخشی از آن مربوط به ساختمان دستگاه آنژیوگرافی می باشد که شامل استفاده از فیلترها یا صافیهای خودکار، نحوه حفاظ بندی لامپ اشعه ایکس و کارایی آشکارسازی کوانتومی^۲ گیرنده تصویر می باشد (۱۰، ۱۱). بخشی دیگر تحت تاثیر اندازه میدان و ضخامت بیمار و مدت زمان پرتو دهی قرار می گیرد (۱۲). کنترل میزان پرتو گیری بیمار جزو وظایف اصلی کاردیولوژیست و تکنولوژیست رادیولوژی می باشد. کاردیولوژیست نقش مهمی را در کاهش دوز دریافتی بیمار با کاهش زمان پرتو دهی به عهده دارد. از طرفی اعمال تکنیکهای مناسب نیز مانند کاهش نرخ پالس^۳ (فریم ریت) می تواند میزان پرتوگیری بیمار را به حداقل برساند (۱). یکی از کارهایی که باید در زمینه بهینه سازی استفاده از پرتو ها صورت گیرد آگاهی از متوسط دوز دریافتی بیماران در بخش آنژیوگرافی می باشد (۱۳). با داشتن این اطلاعات می توان کیفیت کار با پرتو ها را با بخشهای دیگر موجود درداخل و خارج کشور مقایسه کرد (۷). از طرفی انجام هرگونه طرح بهینه سازی، نیازمند وجود اطلاعات اولیه در مورد میزان پرتو گیری بیماران در روشها و تکنیکهای مختلف می باشد. تظاهرات بالینی صدمات پرتوی به پوست از اریتمای گذرا برای دوزهای پایین تا نکروز پوستی در دوزهای بالا متغییر بوده و جزو اثرات قطعی می باشند و در صورت رسیدن دوز، به بیش از حد آستانه ایجاد می شوند. کمیت حاصلضرب دوز-مساحت^۴

¹ Computed tomography

² Quantum detection efficiency

³ Pulse rate

⁴ Dose-area product

می شد، متوسط دوز دریافتی بیماران درحین فلوروسکوپی و فیلمبرداری و همچنین متوسط زمان پرتو دهی در بخش به ازای هر بیمار، برای تکنیکهای مختلف درمانی و تشخیصی بدست آمد. نتایج بدست آمده با نتایج ارائه شده توسط مطالعات قبلی مورد مقایسه قرار گرفت.

۳-نتایج

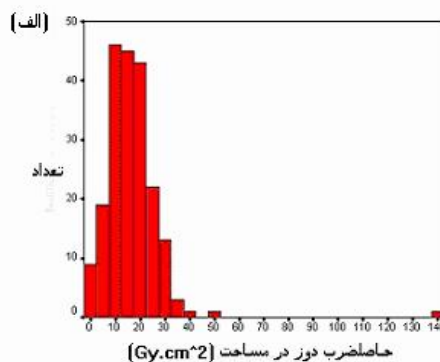
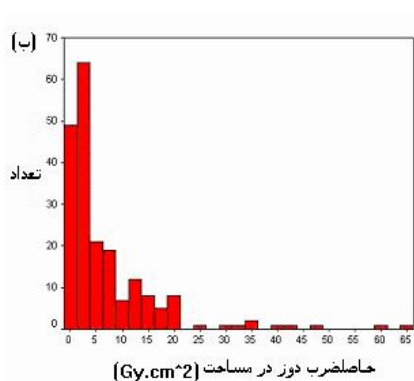
شکل ۱ و ۲ توزیع فراوانی دوز دریافتی بیماران و مدت زمان فلوروسکوپی در طی آنژیوگرافی و آنژیوپلاستی را نشان می دهد. حداقل، حداکثر و مقدار متوسط مقادیر بدست آمده در جدول ۱ آورده شده است.

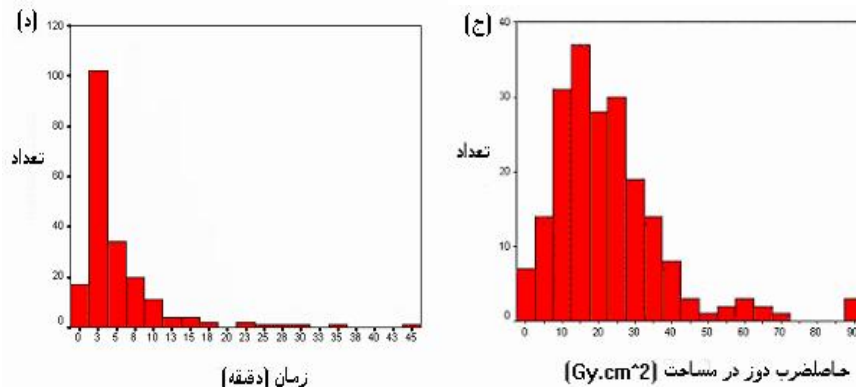
همانطور که در شکل ۱ و ۲ (a) دیده می شود نحوه توزیع دوز دریافتی برای فیلمبرداری یک حالت گوسی داشته و متوسط آن برای کارهای تشخیصی در حدود دو برابر کمتر از کارهای درمانی می باشد. در مورد فلوروسکوپی قضیه کمی متفاوت است. نحوه توزیع فراوانی در آنژیوگرافی طوری است که بیشترین فراوانی در دوزهای پایین رخ می دهد و با افزایش دوز، فراوانی نیز کاهش داشته است. درمورد آنژیوپلاستی توزیع دوز شبیه یک منحنی نرمال است و بیشترین فراوانی در بازه ۲۵ تا ۵۰ گری سانتی متر مربع دیده می شود.

نقطه در روی محور مرکزی پرتو و ۱۵ سانتی متر از نقطه هم مرکز به طرف نقطه کانونی لامپ قرار دارد. در سیستم های آنژیوگرافی مقدار دوز بیان شده بصورت دوز داده شده در نقطه مرجع فوق بیان می شود. سیستم دوزیمتری ۵ بار با مورد پرتو دهی بمدت ۳۰ ثانیه واقع شد. هیچ تفاوتی بین زمانسج دستگاه آنژیوگرافی و سیستم دوزیمتری دیده نشد. تفاوت در ولتاژ لامپ و نرخ دوز خوانده شده توسط دوزیمتر و مقدار ارائه شده توسط سیستم آنژیوگرافی به ترتیب کمتر از ۳٪ و ۲٪ بود.

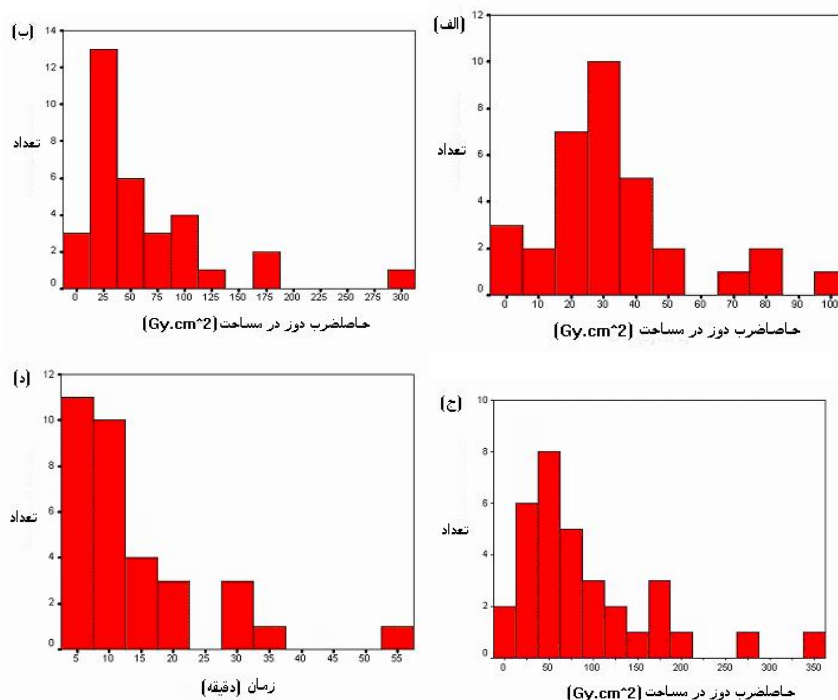
تخمین دوز دریافتی بیماران

در این مطالعه اطلاعات دوزیمتری مربوط به ۲۳۶ بیمار مراجعه کننده به بخش آنژیوگرافی بیمارستان شهید مدنی در مدت زمانی دو ماه ثبت گردید. این اطلاعات شامل کمیت حاصلضرب دوز در مساحت برای فلوروسکوپی و فیلمبرداری و زمان فلوروسکوپی بود. اطلاعات مذکور توسط سیستم دوزیمتری داخلی دستگاه در حین آنژیوگرافی اندازه گیری شده و روی مونیتر اتاق کنترل دیده می شود. از بین این بیماران ۳۳ نفر تحت آنژیوپلاستی و ۲۰۳ نفر تحت آنژیوگرافی قرار گرفتند. برای بررسی اطلاعات از نرم افزار SPSS نسخه ۱۰ استفاده شد. با جمع آوری و ثبت میزان دوز دریافتی برای هر بیمار که توسط دستگاه در انتهای آنژیوگرافی ارائه





شکل ۱- توزیع فراوانی دوز دریافتی بیماران (الف) در حین فیلمبرداری، (ب) فلوروسکوپی، (ج) مجموع دوز دریافتی و (د) زمان فلوروسکوپی در آنژیوگرافی در بیمارستان شهید مدنی تبریز



شکل ۲- توزیع فراوانی دوز دریافتی بیماران (الف) در حین فیلمبرداری، (ب) فلوروسکوپی، (ج) مجموع دوز دریافتی و (د) زمان فلوروسکوپی در آنژیوپلاستی در بیمارستان شهید مدنی تبریز

جدول ۱- مقادیر متوسط دوز دریافتی و زمان فلوروسکوپی برای کل بیماران به تفکیک نوع پرتودهی و روش آزمون برای بخش آنژیوگرافی بیمارستان شهید مدنی تبریز.

| نوع آزمون | دوز فیلمبرداری (گری سانتی متر مربع) حداقل-حداکثر (متوسط) | دوز فلوروسکوپی (گری سانتی متر مربع) حداقل-حداکثر (متوسط) | دوز مجموع (گری سانتی متر مربع) حداقل-حداکثر (متوسط) | زمان فلوروسکوپی (دقیقه) حداقل-حداکثر (متوسط) |
|-------------|--|--|---|---|
| آنژیوگرافی | (۱۷/۲)۱۳۸-۰/۶ | (۸)۷۲/۹-۰/۱ | (۲۳/۷)۹۳-۰/۷ | (۵/۸)۴۵/۴-۰/۷ |
| آنژیوپلاستی | (۳۳/۵) ۹۶/۵-۰/۴ | (۶۱/۷) ۳۱۲-۲/۵ | (۹۱/۵) ۳۶۱/۵-۰/۱ | (۱۱/۳) ۵۵/۳-۲/۷ |

در زمینه وقوع رادیودرمیت بدنبال آنژیوپلاستی ارائه شده است. در گزارشی توسط کوئینگ و همکاران ۷۳ مورد آسیب پوستی بدنبال روشهای مبتنی بر فلوروسکوپی مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج این پژوهش نشان می دهد که پزشکان بایستی قادر به تشخیص آسیبهای پوستی ناشی از تابش پرتو های ایکس باشند، بیماران باید از لحاظ سابقه پرتو گیری قبلی بررسی شوند و زمان فلوروسکوپی و مقدار دوز دریافتی بیمار باید کنترل و ثبت گردد. همچنین آموزش درمورد نحوه استفاده صحیح از پرتو ها برای کادر پزشکی توصیه شده است. مطالعات در مورد دوز ورودی پوست بیماران در طی روشهای قلبی-عروقی می تواند از ۰/۷ تا ۲/۲ گری متغیر باشد. اما باید به این نکته توجه کرد که در یک روش معین دوز دریافتی بیمار تغییرات گسترده ای را از خود نشان می دهد که علت آن وجود عوامل غیرقابل کنترل مانند سن و اندازه بیمار، وضعیت سلامتی بیمار، و پیچیدگی بیماری است.

در مطالعه ای که توسط دراگوسین و همکاران صورت گرفته متوسط دوز دریافتی بیماران در تکنیکهای مختلف بدست آمده است و مقادیر مرجع^۱ برای کارهای درمانی و تشخیصی ارائه گردیده است (۲). مقدار دوز مرجع ۴۰، ۴۷ و ۸۰ گری سانتی متر مربع برای آنژیوگرافی کرونری، آنژیوپلاستی و RF Ablation پیشنهاد شده است. از مقایسه نتایج بدست آمده در پژوهش کنونی می توان دریافت که متوسط دوز دریافتی در آنژیوگرافی در حدود نصف مقدار توصیه شده است ولی برای آنژیوپلاستی در حدود دوبرابر مقدار توصیه شده می باشد که کاهش دوز دریافتی بیمار در روشهای آنژیوپلاستی را طلب می کند.

درتها مطالعه صورت گرفته در ایران که در مشهد توسط دکتر بحرینی و همکاران در دو بیمارستان انجام شده است دوز موثر ۸۳ بیمار که تحت آنژیوگرافی و آنژیوپلاستی قرار گرفتند با استفاده از دوزی کمتر ترمولومینسانس مورد محاسبه واقع شده است (۷). نتایج نشان دادند که تیروئید بیماران

از مقایسه بخش C در شکلهای ۱ و ۲ می توان دید که شکل توزیع دوز مجموع برای بیماران تحت مطالعه در دو روش آنژیوگرافی و آنژیوپلاستی مشابه هم است. با این تفاوت که در آنژیوگرافی متوسط دوز ۲۳/۷ گری سانتی متر مربع و در آنژیوپلاستی متوسط دوز ۹۱/۵ گری سانتی متر مربع می باشد. فراوانی مدت زمان فلوروسکوپی برای دو حالت آنژیوگرافی و آنژیوپلاستی در بخش d شکلهای ۱ و ۲ دیده می شود. توزیع فراوانی مدت زمان فلوروسکوپی برای آنژیوگرافی شبیه یک توزیع نرمال است. در حالی که در آنژیوپلاستی توزیع فراوانی بصورت کاهشی است و با افزایش مقدار دوز مقدار فراوانی کاهش می یابد. با بررسی جدول ۱ و مقایسه مقادیر بدست آمده می توان دید که دوز دریافتی بیماران ناشی از فیلمبرداری، فلوروسکوپی و دوز مجموع برای آنژیوگرافی به ترتیب ۷/۲، ۳/۸ برابر کمتر از آنژیوپلاستی می باشد. همین مقایسه درمورد زمان فلوروسکوپی نشان می دهد که متوسط زمان فلوروسکوپی در آنژیوگرافی ۱/۹ برابر کمتر از آنژیوپلاستی است.

متوسط نسبت دوز ناشی از فیلمبرداری به دوز کل در آزمونهای آنژیوگرافی و آنژیوپلاستی نیز در این مطالعه بدست آمد. این نسبت برای آنژیوگرافی ۸۶٪ و برای آنژیوپلاستی ۵۲٪ است. بالا بودن آن در آنژیوگرافی نسبت به آنژیوپلاستی، پایین بودن زمان فلوروسکوپی در آزمونهای تشخیصی است. اگر زمان فیلمبرداری در هر دو آزمون نسبتاً یکسان در نظر گرفته شود، با افزایش زمان فلوروسکوپی در آزمونهای درمانی سهم فلوروسکوپی در دوز دریافتی کل افزایش یافته و در نتیجه سهم دوز ناشی از فیلمبرداری افت می کند.

۴- بحث و نتیجه گیری

دوز دریافتی بیماران در آنژیوگرافی و آنژیوپلاستی قلبی در مقایسه با سایر روشهای رادیولوژی تشخیصی بمراتب بیشتر است و احتمال بروز سرخی پوست که جزو آثار قطعی پرتوگیری می باشد وجود دارد. گزارشهای متعددی

¹ Reference Values

کرونری ۷۰٪ دوز تشعشعی از فیلمبرداری است در حالی که این مقدار در طی آنژیوپلاستی به ۴۸٪ افت می کند. با بررسی نتایج این مطالعه و مقایسه آن با مطالعات دیگر می توان نتیجه گیری کرد که زمان فلوروسکوپی و از طرفی پرتوگیری بیماران در حین فلوروسکوپی توافق خوبی با مطالعات دیگر دارد. اما دوز دریافتی بیماران در حین آنژیوپلاستی بطور قابل توجهی بالاتر از سایرین می باشد. علت این تفاوت زیاد می تواند ناشی از پرتودهی بالای دستگاه کنونی در مقایسه با مطالعات دیگر باشد. علاوه بر این استفاده از فریم ریت پایین و اندازه میدان کوچکتر هم در فلوروسکوپی و هم در فیلمبرداری می تواند علت دیگری برای این تفاوتها باشد. بنابراین برای کاهش دوز دریافتی بیماران در آنژیوپلاستی استفاده از پایین ترین فریم ریت و اندازه میدان توصیه می گردد. همچنین بازآموزی اپراتورها و تکنولوژیست ها نیز می تواند در کاهش مقدار پرتو دهی در اعمال پیچیده آنژیوپلاستی کمک کننده باشد.

۵- تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل طرح تحقیقاتی مصوب در مرکز تحقیقات قلب و عروق دانشگاه علوم پزشکی تبریز می باشد. بر خود لازم می دانیم که از زحمات تکنولوژیستهای بخش آنژیوگرافی بیمارستان شهید مدنی بویژه آقای دخیلی کارشناس رادیولوژی تقدیر و تشکر بنماییم.

بیشترین دوز را دریافت داشته است. مقدار متوسط دوز دریافتی بیماران در آنژیوگرافی و آنژیوپلاستی به ترتیب ۳۲/۴۸ و ۴۴/۴۹ گری سانتی متر مربع گزارش گردید. مقایسه مقادیر بدست آمده در پژوهش کنونی با مطالعه قبلی نشان می دهد که دوز آنژیوگرافی در بخش مورد مطالعه ما کمتر و دوز آنژیوپلاستی در حدود ۲ برابر بیشتر می باشد.

در بررسی انجام شده در یکی از بیمارستانهای یونان توسط ساپاکی و همکاران نشان داده شد که متوسط دوز دریافتی بیماران در آنژیوگرافی و آنژیوپلاستی به ترتیب ۳۹/۱ و ۵۸/۳ گری سانتی متر مربع می باشد. متوسط زمان فلوروسکوپی برای همان تکنیکها به ترتیب ۵ و ۹/۷ دقیقه گزارش گردید. نتایج این بررسی نشان داد که متوسط دوز دریافتی بیماران در این مطالعه کمتر از سایر مطالعات می باشد. اما زمان فلوروسکوپی مشابه سایر مطالعات است (۹). با بررسی مقادیر مطالعه حاضر می توان به این نکته رسید که زمان فلوروسکوپی در بیمارستان شهید مدنی تبریز کمی بیشتر است. اما دوز دریافتی آنژیوپلاستی در بیماران مطالعه حاضر در حدود ۱/۵۶ برابر بیشتر است. همچنین مقدار دوز دریافتی در آنژیوگرافی در مطالعه حاضر ۱/۶ برابر کمتر از مطالعه ساپاکی و همکاران بوده است.

نتایج بدست آمده در مورد سهم هرکدام از روشها اعم از فلوروسکوپی و فیلمبرداری در دوز دریافتی بیمار را می توان با نتایج زرزتو و همکارانش مقایسه کرد (۱۴). در مطالعه ای که در این باره انجام شد آنها نشان دادند که در طی آنژیوگرافی

منابع

1. Chida K, Fuda K, Saito H, Takai Y, Takahashi S, Yamada S, et al. Patient skin dose in cardiac interventional procedures: conventional fluoroscopy versus pulsed fluoroscopy. *Catheter Cardiovasc Interv* 2007 Jan;69(1):115-21.
2. Dragusin O, Desmet W, Heidbuchel H, Padovani R, Bosmans H. Radiation dose levels during interventional cardiology procedures in a tertiary care hospital. *Radiat Prot Dosimetry* 2005;117(1-3):231-5.
3. Efstathopoulos EP, Makrygiannis SS, Kottou S, Karvouni E, Giazitzoglou E, Korovesis S, et al. Medical personnel and patient dosimetry during coronary angiography and intervention. *Phys Med Biol* 2003 Sep 21;48(18):3059-68.

4. Efstathopoulos EP, Karvouni E, Kottou S, Tzanalaridou E, Korovesis S, Giazitzoglou E, et al. Patient dosimetry during coronary interventions: a comprehensive analysis. *Am Heart J* 2004 Mar;147(3):468-75.
5. Padovani R, Quai E. Patient dosimetry approaches in interventional cardiology and literature dose data review. *Radiat Prot Dosimetry* 2005;1171-3.
6. Stisova V. Effective dose to patient during cardiac interventional procedures (Prague workplaces). *Radiat Prot Dosimetry* 2004;111(3):271-4.
7. Bahreyni Toossi MT, Zare H, Bayani S, Esmaili S. Organ and Effective Doses of Patients Arising from Coronary Angiography and Percutaneous Transluminal Coronary Angioplasty at Two Hospitals in Mashhad- Iran. *Radiat Prot Dosimetry* 2007 Jul 12.
8. Trianni A, Chizzola G, Toh H, Quai E, Cragnolini E, Bernardi G, et al. Patient skin dosimetry in haemodynamic and electrophysiology interventional cardiology. *Radiat Prot Dosimetry* 2005; 117(1-3):241-6.
9. Tsapaki V, Kottou S, Vano E, Faulkner K, Giannouleas J, Padovani R, et al. Patient dose values in a dedicated Greek cardiac centre. *Br J Radiol* 2003 Oct;76(9). 726-30
10. Kuon E, Empen K, Reuter G, Dahm JB. [Personal operator dose in invasive cardiology as a function of body height and tube angulation]. *Rofo* 2004 May;176(5):739-45.
11. Larrazet F, Dibie A, Philippe F, Palau R, Klausz R, Laborde F. Factors influencing fluoroscopy time and dose-area product values during ad hoc one-vessel percutaneous coronary angioplasty. *Br J Radiol* 2003 Jul;76(907):473-7.
12. Kotre CJ, Reay J, Chapple CL. The influence of patient size on patient doses in cardiology. *Radiat Prot Dosimetry* 2005;117(1-3):222-4.
13. Miller DL, Balter S, Cole PE, Lu HT, Schueler BA, Geisinger M, et al. Radiation doses in interventional radiology procedures: the RAD-IR study: part I: overall measures of dose. *J Vasc Interv Radiol* 2004 Jun;14(6):711-27.
14. Zorzetto M, Bernardi G, Morocutti G, Fontanelli A. Radiation exposure to patients and operators during diagnostic catheterization and coronary angioplasty. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1997 Apr;40(4):348-51.