DOI: 10.22122/jims.v37i553.12517 Published by Vesnu Publications

مجله دانشکده پزشکی اصفهان سال سی و هفتم/شماره‌ی ۵۵۳/هفته‌ی اول بهمن ۱۳۹۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۷/۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۹/۲۴ تاریخ چاپ: ۱۳۹۸/۱۱/۱

تأثیرات روش بازسازی تکرار شونده‌ی آماری تطبیقی بر کیفیت تصویر و میزان کاهش دز در آزمون سی‌تی آنژیوگرافی کرونری

پریزاد قدیمی[۱]، علی چاپاریان[۲]، مائده محمودی[۳]، جلال باقری[۴]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: هدف از انجام این مطالعه، بررسی تأثیر استفاده از روش بازسازی تکرارشونده‌ی آماری تطبیقی (Adaptive statistical iterative reconstruction یا ASiR) بر کیفیت تصویر و میزان کاهش دز اعضا، دز مؤثر و خطر سرطان‌زایی ناشی از آزمون سی‌تی آنژیوگرافی کرونری در دستگاه سی‌تی اسکن ۶۴ اسلایس بود.

روش‌ها: این مطالعه‌ی توصیفی- تحلیلی- مقطعی بر روی دو گروه بیمار انجام شد. گروه اول شامل تعداد ۱۸۵ بیمار (۹۰ زن و ۹۵ مرد با متوسط سن ۱۴/۷۷ ± ۵۵/۶۵ سال) بود که تحت سی‌تی آنژیوگرافی کرونری با روش معمول بازسازی Filtered back projection (FBP) قرار گرفته بودند. گروه دوم، شامل تعداد ۱۷۲ بیمار (۸۰ زن و ۹۲ مرد با متوسط سن ۱۱/۲۲ ± ۵۸/۲۹ سال) بود که تحت آزمون با روش بازسازی ASiR قرار گرفتند. دز اعضا، دز مؤثر و خطر سرطان‌زایی برای هر دو گروه بیماران با یکدیگر مقایسه شد. همچنین، معیارهای کیفیت تصویر شامل نویز، نسبت کنتراست به نویز، نسبت سیگنال به نویز، میزان اعداد سی‌تی شریان کرونری چپ و بطن چپ در هر دو گروه مقایسه شد.

یافته‌ها: دز مؤثر در بیماران با روش ASiR (۵/۶۴ ± ۱۱/۹۴ میلی‌سیورت) در مقایسه با بیماران با روش FBP (۶/۸۴ ± ۲۰/۳۸ میلی‌سیورت) اختلاف معنی‌داری داشت ($P < ۰/۰۰۱$). خطر کلی سرطان‌زایی در بیماران با روش ASiR (۴/۷۱ ± ۸/۹۷ در ۱۰۰۰۰ نفر) در مقایسه با بیماران با روش FBP (۸/۴۲ ± ۱۶/۰۹ در ۱۰۰۰۰ نفر) حداقل ۴۰ درصد کاهش یافته بود ($P < ۰/۰۰۱$). هیچ تفاوت معنی‌داری بین متغیرهای کیفیت تصویر در دو روش بازسازی مشاهده نشد ($P > ۰/۰۵۰$).

نتیجه‌گیری: به کارگیری روش ASiR نسبت به روش معمول FBP، می‌تواند دز اعضا، دز مؤثر و خطر سرطان‌زایی حاصل از آزمون سی‌تی آنژیوگرافی کرونری را بدون افت در کیفیت تصویر، کاهش دهد.

واژگان کلیدی: عروق کرونری، سی‌تی آنژیوگرافی، بهبود کیفیت تصویر، سرطان‌زایی

ارجاع: قدیمی پریزاد، چاپاریان علی، محمودی مائده، باقری جلال. **تأثیرات روش بازسازی تکرار شونده‌ی آماری تطبیقی بر کیفیت تصویر و میزان کاهش دز در آزمون سی‌تی آنژیوگرافی کرونری.** مجله دانشکده پزشکی اصفهان ۱۳۹۸؛ ۳۷ (۵۵۳): ۱۲۹۳-۱۲۸۶

مقدمه

در سال‌های اخیر، یکی از کاربردهای دستگاه‌های سی‌تی اسکن مولتی اسلایس، سی‌تی آنژیوگرافی کرونری (Coronary computed tomography angiography یا CCTA) است که یک روش تصویربرداری غیر تهاجمی و دقیق برای ارزیابی بیماریهای عروق کرونر (Coronary artery disease یا CAD) می‌باشد (۱). با این حال، نگرانی فزاینده‌ای برای ایمنی بیماران به دلیل افزایش احتمال ایجاد سرطان ناشی از پرتوهای یونیزان مورد استفاده در سی‌تی اسکن وجود دارد (۳-۲).

برای کاهش دز بیماران در سی‌تی اسکن، روش‌های مختلفی توصیه شده است (۵-۴). با این حال، وقتی که از روش معمولی بازسازی Filtered back projection (FBP) استفاده می شود، کاهش دز منجر به افزایش نویز تصویر می‌شود (۶). برای غلبه بر این محدودیت، چندین نوع الگوریتم بازسازی تکرارشونده

۱- دانشجو، گروه فیزیک پزشکی، دانشکده‌ی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

۲- دانشیار، گروه تکنولوژی پرتوشناسی، دانشکده‌ی پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

۳- گروه تکنولوژی پرتوشناسی، دانشکده‌ی پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

۴- بیمارستان الزهرا (س)، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

نویسنده‌ی مسؤول: علی چاپاریان

Email: ali_chaparian@yahoo.com

This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 Unported License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

(Iterative reconstruction یا IR) از جمله الگوریتم Adaptive statistical iterative reconstruction (ASiR) مربوط به شرکت جنرال الکتریک (۷)، جهت استفاده در سی‌تی اسکن ارایه شده است و سازندگان آن مدعی هستند که می‌توانند با حفظ کیفیت تصویر، دز بیمار را نسبت به روش FBP کاهش دهند. با این حال، بازسازی با این الگوریتم‌ها در مراکز تصویربرداری هنوز با تردید انجام می‌شود و استفاده از آن‌ها فراگیر نشده است. در تعدادی از مطالعات گذشته (۹-۸)، پس از انجام آزمون CCTA با یک شرایط و دز تابشی ثابت بر روی یک گروه بیمار، تصاویر آن‌ها با روش‌های مختلف بازسازی شد و تأثیر روش‌های مختلف بازسازی فقط بر روی کیفیت تصویر بررسی گردید و تأثیر آن‌ها بر دز بیمار بررسی نشد. تعدادی دیگر از محققین (۱۳-۱۰)، تأثیر روش ASiR را هم بر روی دز تابشی و هم کیفیت تصویر بررسی نمودند، اما از لحاظ مدل‌های دستگاه سی‌تی اسکن، روش‌های محاسبه‌ی دز مؤثر و روش‌های ارزیابی کیفیت تصویر با یکدیگر متفاوت بودند. همچنین، در این مطالعات فقط دز مؤثر بیماران بررسی شده است. بنابراین، هدف از انجام این مطالعه، بررسی تأثیر استفاده از روش بازسازی ASiR بر کیفیت تصویر و میزان کاهش دز اعضا، دز مؤثر و خطر سرطان‌زایی ناشی از آزمون سی‌تی آنژیوگرافی کرونری در دستگاه سی‌تی اسکن ۶۴ اسلایس بود.

روش‌ها

این مطالعه‌ی توصیفی- تحلیلی- مقطعی با کد اخلاق IR.MUI.MED.REC.1398.205 از کمیته‌ی اخلاق در دانشگاه علوم پزشکی اصفهان بود که بر روی دو گروه بیمار انجام شد. گروه اول شامل تعداد ۱۸۵ بیمار بود که در بخش سی‌تی اسکن بیمارستان الزهرای (س) اصفهان تحت سی‌تی آنژیوگرافی با روش معمول بازسازی FBP قرار گرفتند. گروه دوم، شامل تعداد ۱۷۲ بیمار بود که بعد از نصب الگوریتم ASiR بر روی همان دستگاه سی‌تی اسکن، تحت سی‌تی آنژیوگرافی با روش بازسازی ASiR با نسبت ۳۰ درصد قرار گرفتند. در مطالعه‌ی مشابه پیشین (۱۴)، دز رسیده به اعضا، دز مؤثر و خطر سرطان‌زایی برای گروه اول به دست آمده بود، اما کیفیت تصاویر ارزیابی نشده بود. معیارهای ورود برای هر دو گروه شامل افراد مشکوک به بیماری عروق کرونر بر اساس دلایل بالینی بود و معیارهای خروج شامل بیماران با نارسایی کلیوی و سابقه‌ی واکنش‌های آلرژیک به مواد کنتراست یددار بود. همه‌ی بیماران بر روی یک سیستم سی‌تی اسکن ۶۴ اسلایس (Light Speed VCT, GE Healthcare) تحت آزمون CCTA با استفاده از روش گذشته‌نگر مبتنی بر نوار قلب (Retrospective ECG-triggering) قرار گرفتند.

محاسبه‌ی دز اعضا و دز مؤثر: دز اعضا و دز مؤثر برای هر بیمار با استفاده از برنامه‌ی محاسباتی ImpactDose (VAMP GmbH, Erlangen, Germany) (۱۵) به دست آمد. اساس محاسبه‌ی دز مؤثر در این برنامه، استفاده از جمع وزنی دز محاسبه شده برای کل اعضا و طبق فرمول زیر می‌باشد:

$$E=\sum W_T . H_T \qquad (۱)$$

در این فرمول، w_T عامل وزنی هر بافت و نشان دهنده‌ی میزان حساسیت بافت به پرتو می‌باشد. در این برنامه، دز مؤثر بر حسب عوامل وزنی بافت‌ها که توسط گزارش ۱۰۳ کمیسیون بین‌المللی حفاظت رادیولوژی (International Commission on Radiological Protection یا ICRP) (۱۶) منتشر شده‌اند، محاسبه شد. H_T، بیانگر دز جذبی اعضای مختلف بود که توسط برنامه‌ی ImpactDose محاسبه گردید. برنامه‌ی ImpactDose، با استفاده از روش شبیه‌سازی مونت-کارلو، دز اعضا را محاسبه می‌کند. این برنامه، به خوبی اعتبارسنجی و در مطالعات گذشته نیز استفاده شده است (۱۷، ۳-۲). اطلاعاتی که باید به منظور محاسبه‌ی دز اعضا و دز مؤثر برای هر بیمار وارد این برنامه شود، شامل جنس بیمار، قطر قدامی- خلفی، قطر طرفی هر بیمار و نوع اسکن اسپیرال و یا آگزیال، طول ناحیه‌ی اسکن، عامل پیچ، ضخامت برش، زمان چرخش گانتری، ولتاژ، جریان تیوب، ضریب شاخص دز حجمی در سی‌تی ($Computed\ tomography\ dose\ index_{VOL}$) یا ($CTDI_{VOL}$) و حاصل ضرب دز در واحد طول (Dose length product یا DLP) بود. دز اعضا و دز مؤثر برای هر سه مرحله‌ی آزمون به صورت جداگانه برای هر بیمار محاسبه شد.

تخمین خطر سرطان‌زایی بیماران: تخمین خطر سرطان‌زایی در آزمون CCTA با استفاده از برنامه‌ی PCXMC (STUK, Helsinki, Finland) (۱۸) صورت گرفت. در این برنامه، اساس محاسبه‌ی مرگ و میر ناشی از تشعشع مشابه مدل‌های ارایه شده توسط کمیته‌ی Biological Effects of Ionizing Radiation (BEIR) (۱۹) می‌باشد. دز اعضایی که با استفاده از نرم‌افزار ImpactDose محاسبه شده بودند، در قالب مخصوص به عنوان فایل ورودی به برنامه‌ی PCXMC به همراه سن هر بیمار وارد شد. برنامه‌ی PCXMC برای هر بیمار خطر انواع سرطان ناشی از تابش و در نهایت خطر کلی سرطان کشنده‌ی ناشی از تابش Risk of exposure-induced cancer death (REID) را محاسبه نمود. جزییات بیشتر در مورد نحوه‌ی محاسبه‌ی خطر سرطان‌زایی با این برنامه‌ی محاسباتی در مطالعات گذشته (۲۰، ۱۸) توضیح داده شده است.

ارزیابی کیفیت تصویر: در این مرحله، تصاویر هر دو گروه بیمار از Picture archiving and communication systems

(PACS) استخراج و مورد ارزیابی قرار گرفت. میزان کیفیت تصویر با استفاده از اندازه‌گیری نویز، نسبت کنتراست به نویز (Contrast to noise ratio یا CNR) و نسبت سیگنال به نویز (Signal to noise ratio یا SNR) و همچنین، میزان واحد هانسفیلد (Hounsfield unit) یا عدد سی‌تی (CT number) شریان کرونری چپ و بطن چپ در CCTA مورد ارزیابی قرار گرفت.

برای به دست آوردن نویز، یک Region of interest (ROI) با اندازه‌ی معین بر روی بطن چپ در تصاویر قلبی (پر شده با ماده‌ی حاجب) کشیده شد و مقدار میانگین نشان داده شده، معرف میزان واحد هانسفیلد یا عدد سی‌تی بطن چپ و مقدار انحراف استاندارد نشان داده شده برای مقادیر واحد هانسفیلد، مبین مقدار نویز بود. مقدار CNR به صورت تفاضل میانگین چگالی بین بطن چپ پر شده با ماده‌ی حاجب و میانگین چگالی دیواره‌ی بطن چپ، تقسیم بر نویز تصویر به دست آمد. برای به دست آوردن SNR، میانگین مقادیر چگالی مربوط به دو ROI کوچک در پروگزیمال شریان کرونری چپ و راست بر نویز تصویر تقسیم شد. مقادیر نویز، CNR، SNR و مقادیر واحد هانسفیلد شریان کرونری چپ و بطن چپ به عنوان معیارهای کیفیت تصویر برای همه‌ی بیماران در هر دو گروه FBP و ASiR با یکدیگر مقایسه شد.

واکاوی آماری: تجزیه و تحلیل اطلاعات جمع‌آوری شده با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS (SPSS Inc., Chicago, IL) و Excel انجام شد. به منظور مشخص شدن نوع آزمون مورد استفاده برای بررسی تفاوت بین متغیرهای پژوهش، طبیعی بودن توزیع متغیرها با آزمون Kolmogorov–Smirnov بررسی شد. در مواردی که توزیع متغیرها طبیعی بود، برای بررسی متغیرها از آزمون t و برای بررسی سایر متغیرها، از آزمون Mann-Whitney استفاده شد و $P < ۰/۰۵۰$ به عنوان سطح معنی‌داری برای محاسبات در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

مشخصات بیماران شامل تعداد، سن، جنس، میانگین قطر قدامی-خلفی بدن، میانگین قطر طرفی بدن و متغیرهای دزیمتری $CTDI_{VOL}$ بر حسب میلی‌گری و DLP بر حسب میلی‌گری سانتی‌متر در جدول ۱ آمده است. مشخصات سن، جنس، میانگین قطر قدامی-خلفی بدن، میانگین قطر طرفی بدن در هر دو گروه بیماران تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشت، اما متغیرهای $CTDI_{VOL}$ و DLP در گروه بیمارانی که با روش ASiR سی‌تی آنژیوگرافی انجام داده بودند، نسبت به گروه بیمارانی که با روش معمولی FBP این آزمون را انجام داده بودند، به طور معنی‌داری کمتر بود ($P < ۰/۰۰۱$).

نتایج مربوط به دز اعضا، دز مؤثر و مقادیر REID بیماران در دو روش بازسازی FBP و ASiR

طبق گزارش شماره‌ی ۱۰۳ ICRP (۲۶)، اعضا بر اساس حساسیت به پرتوهای یونیزان به دو دسته اعضای اصلی و فرعی تقسیم می‌شوند. میانگین و انحراف استاندارد دز جذبی اعضای اصلی و فرعی ناشی از انجام CCTA بر حسب میلی‌گری در دو روش بازسازی FBP و ASiR در جدول ۲ آمده است. اعضای فرعی و اصلی که بیشترین دز دریافتی را در حین انجام آزمون CCTA داشته‌اند، شامل قلب و ریه بودند. همچنین، دز دریافتی پستان در زنان به میزان قابل توجهی بالا بود. همین‌طور که در جدول ۲ مشخص است، به طور تقریبی همه‌ی دز اعضا در روش ASiR نسبت به روش FBP به طور معنی‌داری کاهش یافته بود ($P < ۰/۰۰۱$).

جدول ۱ : مشخصات بیماران در دو روش بازسازی FBP و ASiR

متغیر	روش بازسازی		مقدار P
	(n = ۱۸۵) FBP	(n = ۱۷۲) ASiR	
تعداد بیماران	(۹۰ زن و ۹۵ مرد)	(۸۰ زن و ۹۲ مرد)	۰/۶۱۳
میانگین سنی خانم‌ها	۱۳/۵۴ ± ۵۶/۲۱ (۸۱-۲۸)	۱۰/۰۴ ± ۶۰/۷۵ (۸۰-۲۵)	۰/۰۵۹
میانگین سنی مردان	۱۵/۹۲ ± ۵۵/۱۲ (۸۵-۲۳)	۱۱/۸۰ ± ۵۶/۱۵ (۸۹-۲۸)	۰/۷۴۴
میانگین سنی کل بیماران	۱۴/۷۷ ± ۵۵/۶۵ (۸۵-۲۳)	۱۱/۲۲ ± ۵۸/۲۹ (۸۹-۲۵)	۰/۱۵۸
قطر قدامی- خلفی بدن بیماران زن	۳/۰۷ ± ۲۵/۱۲	۳/۰۷ ± ۲۵/۱۸	۰/۵۲۰
قطر قدامی- خلفی بدن بیماران مرد	۲/۷۲ ± ۲۴/۹۲	۲/۷۸ ± ۲۵/۲۰	۰/۴۱۸
قطر طرفی بدن بیماران زن	۳/۸۶ ± ۳۶/۱۰	۴/۱۵ ± ۳۵/۴۳	۰/۴۴۰
قطر طرفی بدن بیماران مرد	۳/۲۹ ± ۳۵/۶۸	۳/۹۳ ± ۳۵/۵۵	۰/۸۰۴
$CTDI_{VOL}$ (میلی گری)	۲۶/۰۷ ± ۶۱/۳۲	۱۳/۹۰ ± ۳۵/۴۵	< ۰/۰۰۱
DLP (میلی گری×سانتی‌متر)	۳۲۷/۰۷ ± ۱۲۱۰/۴۴	۳۳۸/۵۲ ± ۷۲۴/۵۰	< ۰/۰۰۱

FBP: Filtered back projection; ASiR: Adaptive statistical iterative reconstruction; $CTDI_{VOL}$: Computed tomography dose index$_{VOL}$; DLP: Dose length product

جدول ۲. میانگین و انحراف استاندارد دز جذبی اعضای اصلی و فرعی ناشی از انجام Coronary computed tomography angiography (CCTA) بر حسب میلی‌گری در دو روش بازسازی Filtered back projection (FBP) و Adaptive statistical iterative reconstruction (ASiR)

اعضای اصلی	دز جذب شده			اعضای فرعی	دز جذب شده		
	FBP	ASiR	مقدار P		FBP	ASiR	مقدار P
مثانه	۰/۱۲ ± ۰/۰۹	۰/۰۴ ± ۰/۰۲	< ۰/۰۰۱	غدد فوق کلیوی	۴۵/۷۳ ± ۲۱/۸۸	۱۵/۸۶ ± ۶/۴۵	< ۰/۰۰۱
مغز	۰/۰۸ ± ۰/۰۴	۰/۰۶ ± ۰/۰۳	< ۰/۰۰۱	کیسه‌ی صفرا	۱۱/۷۷ ± ۶/۴۰	۳/۴۲ ± ۱/۲۶	< ۰/۰۰۱
پستان(زنان)	۵۲/۸۵ ± ۱۵/۳۶	۱۶/۹۹ ± ۱۸/۳۰	< ۰/۰۰۱	قلب	۸۲/۵۲ ± ۲۳/۰۲	۴۳/۶۳ ± ۱۹/۱۹	< ۰/۰۰۱
روده‌ی بزرگ	۱/۴۳ ± ۰/۹۱	۰/۴۰ ± ۰/۱۵	< ۰/۰۰۱	کلیه	۱۱/۹۸ ± ۶/۵۵	۳/۳۵ ± ۱/۲۲	< ۰/۰۰۱
مری	۴۴/۸۸ ± ۱۱/۹۱	۲۲/۸۶ ± ۹/۴۰	< ۰/۰۰۱	سیستم لنفاوی	۱۱/۲۱ ± ۲/۳۹	۶/۳۵ ± ۲/۳۳	< ۰/۰۰۱
گنادها (مردان)	۰/۰۰۴ ± ۰/۰۰۱	۰/۰۰۲ ± ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	سیستم عضلانی	۱۱/۲۰ ± ۲/۴۱	۶/۳۷ ± ۲/۳۴	< ۰/۰۰۱
گنادها (زنان)	۰/۷۲۳ ± ۰/۱۸۶	۰/۱۷ ± ۰/۰۵	< ۰/۰۰۱	موکوس مخاطی	۰/۴۰ ± ۰/۶۸	۰/۲۷ ± ۰/۱۲	< ۰/۰۰۱
کبد	۳۲/۶۱ ± ۱۴/۲۹	۱۲/۲۷ ± ۵/۰۵	< ۰/۰۰۱	پانکراس	۳۰/۷۴ ± ۱۶/۳۸	۹/۸۸ ± ۴/۱۱	< ۰/۰۰۱
ریه	۶۱/۵۷ ± ۱۶/۲۲	۳۵/۳۵ ± ۱۳/۴۰	< ۰/۰۰۱	پروستات (مردان)	۰/۰۱۸ ± ۰/۰۰۴	۰/۰۱۰ ± ۰/۰۰۴	۰/۰۴۶
مغز قرمز استخوان	۴/۵۳ ± ۱/۰۲	۲/۵۲ ± ۰/۸۶	< ۰/۰۰۱	روده‌ی کوچک	۱/۷۸ ± ۱/۱۲	۰/۵۰ ± ۰/۱۹	< ۰/۰۰۱
غدد بزاقی	۰/۴۵ ± ۰/۲۴	۰/۳۱ ± ۰/۱۳	< ۰/۰۰۱	طحال	۲۷/۰۲ ± ۱۴/۲۹	۹/۰۴ ± ۳/۲۵	< ۰/۰۰۱
سیستم اسکلتی	۳۰/۱۹ ± ۶/۴۴	۱۷/۳۰ ± ۵/۷۸	< ۰/۰۰۱	تیموس	۵۴/۷۲ ± ۲۸/۱۸	۳۸/۳۳ ± ۱۶/۸۷	< ۰/۰۰۱
پوست	۹/۹۹ ± ۱/۹۲	۶/۰۹ ± ۱/۹۰	< ۰/۰۰۱	رحم (زنان)	۰/۶۲ ± ۰/۱۷	۰/۱۴ ± ۰/۰۵	۰/۰۱۸
معده	۲۳/۱۷ ± ۱۱/۷۱	۷/۷۰ ± ۲/۷۱	< ۰/۰۰۱				
تیروئید	۲/۸۴ ± ۰/۹۵	۱/۵۶ ± ۰/۶۲	< ۰/۰۰۱				

FBP: Filtered back projection; ASiR: Adaptive statistical iterative reconstruction

مقادیر دز مؤثر بر حسب میلی‌سیورت و مقادیر REID بر حسب مورد در ۱۰۰۰۰ نفر ناشی از انجام CCTA در دو روش بازسازی FBP و ASiR در جدول ۳ آمده است. همان‌طورکه در این جدول نشان داده شده است، دز مؤثر و مقادیر REID بیماران زن بیشتر از مردان بود. همچنین، نشان داده شده است که دز مؤثر و مقادیر REID در روش بازسازی ASiR نسبت به روش FBP در کل بیماران حداقل ۴۰ درصد کاهش یافته بود.

نتایج حاصل از مقایسه‌ی متغیرهای ارزیابی کیفیت تصویر در دو روش بازسازی FBP و ASiR: در جدول ۴، متغیرهای مختلف مربوط به کیفیت تصویر شامل نویز، SNR، CNR، میزان عدد هانسفیلد یا عدد سی‌تی شریان کرونری چپ و بطن چپ در CCTA در دو روش بازسازی FBP و ASiR آمده است. همان‌طور که در این جدول آمده است، هیچ تفاوت معنی‌داری بین متغیرهای کیفیت تصویر در دو روش بازسازی FBP و ASiR مشاهده نشد.

جدول ۳. مقادیر میانگین و انحراف استاندارد دز مؤثر (بر حسب میلی‌سیورت) و Risk of exposure-induced cancer death (REID) (در ۱۰۰۰۰ نفر) ناشی از انجام Coronary computed tomography angiography (CCTA) در دو روش بازسازی Filtered back projection (FBP) و Adaptive statistical iterative reconstruction (ASiR)

متغیر		روش بازسازی		میزان کاهش (درصد)	مقدار P
		FBP	ASiR		
دز مؤثر (میلی‌سیورت)	کل بیماران	۲۰/۳۸ ± ۶/۸۴	۱۱/۹۴ ± ۵/۶۴	۴۱/۴۱	< ۰/۰۰۱
	بیماران زن	۲۴/۵۷ ± ۶/۹۱	۱۵/۱۹ ± ۶/۱۳	۳۸/۱۸	< ۰/۰۰۱
	بیماران مرد	۱۶/۳۲ ± ۳/۵۵	۹/۱۲ ± ۳/۱۶	۴۴/۱۲	< ۰/۰۰۱
REID (در ۱۰۰۰۰ نفر)	کل بیماران	۱۶/۰۹ ± ۸/۴۲	۸/۹۷ ± ۴/۷۱	۴۴/۲۸	< ۰/۰۰۱
	بیماران زن	۱۹/۶۹ ± ۹/۲۸	۱۱/۵۸ ± ۵/۲۷	۴۱/۱۶	< ۰/۰۰۱
	بیماران مرد	۱۲/۶۱ ± ۵/۶۷	۶/۶۹ ± ۲/۵۱	۴۶/۹۴	< ۰/۰۰۱

FBP: Filtered back projection; ASiR: Adaptive statistical iterative reconstruction; REID: Risk of exposure-induced cancer death

جدول ۴. مقایسه‌ی متغیرهای کیفیت تصویر در Coronary computed tomography angiography (CCTA) در دو روش بازسازی Filtered back projection (FBP) و Adaptive statistical iterative reconstruction (ASiR)

متغیر	روش بازسازی		مقدار P
	FBP	ASiR	
نویز	۳۵/۰۱ ± ۱۰/۹۸	۳۳/۲۷ ± ۹/۶۱	۰/۱۹۰
SNR	۱۵/۱۶ ± ۵/۵۶	۱۵/۹۳ ± ۵/۳۳	۰/۱۴۸
CNR	۸/۶۵ ± ۳/۴۶	۹/۲۰ ± ۳/۶۲	۰/۱۵۳
عدد سی‌تی شریان کرونری چپ	۵۰۶/۵۵ ± ۱۰۱/۰۳	۵۰۵/۶۹ ± ۱۰۷/۸۸	۰/۹۳۹
عدد سی‌تی بطن چپ	۵۳۰/۷۸ ± ۱۰۱/۹۶	۵۱۶/۱۹ ± ۱۱۴/۶۱	۰/۲۰۶

FBP: Filtered back projection; ASiR: Adaptive statistical iterative reconstruction; SNR: Signal to noise ratio; CNR: Contrast to noise ratio

بحث

سی‌تی آنژیوگرافی کرونری، با وجود مزایای زیادی که دارد، چنانچه با روش معمولی FBP بازسازی شود، دز تابشی به نسبت زیادی به بیمار تحمیل می‌نماید و در روش بازسازی رایج FBP، هر گونه کاهش شرایط تابشی در جهت کاهش دز تابشی، باعث افزایش نویز تصویر و کاهش کیفیت آن می‌شود. در سال‌های اخیر، روش‌های جدید بازسازی تصویر، مانند ASiR توسط تولید کنندگان به منظور کاهش دز تابشی و بدون تأثیر منفی بر کیفیت تصویر معرفی شده‌اند. جهت اعتبارسنجی روش ASiR، نتایج این مطالعه نشان داد که این روش بازسازی می‌تواند با حفظ کیفیت تصویر، دز تابشی بیمار را حدود ۴۰ درصد کاهش دهد.

در مطالعه‌ی حاضر همانند مطالعات دیگران (۱۳-۱۰)، تأثیر روش ASiR هم بر روی دز بیمار و هم بر روی کیفیت تصویر بررسی شد. با این حال در مطالعه‌ی حاضر، دو روش مختلف بازسازی تصویر در آزمون CCTA برای هر دو گروه بیماران، بر روی یک دستگاه سی‌تی اسکن یکسان، انجام شد؛ بدین صورت که قبل از نصب نرم‌افزار ASiR بر روی دستگاه سی‌تی اسکن، آزمون CCTA با روش معمولی بازسازی FBP بر روی گروه اول از بیماران انجام شد و دز اعضا، دز مؤثر و مقادیر REID ناشی از انجام آزمون به دست آمد (۱۴) و پس از نصب این نرم‌افزار بر روی همان دستگاه سی‌تی اسکن، آزمون CCTA با روش ASiR بر روی گروه دوم از بیماران با مشخصات جمعیت‌شناسی یکسان با گروه اول انجام شد و سپس، هر دو گروه بیماران، از لحاظ دز تابشی و کیفیت تصویر مقایسه گردیدند. این در حالی است که در مطالعات دیگران (۱۲-۱۰)، مقایسه‌ی بین روش‌های FBP و تکرار شونده، بر روی دستگاه‌های مختلف انجام شده بود که به دلیل تفاوت در مشخصات دستگاه در هر گروه، مقایسه‌ی روش‌های بازسازی را غیر دقیق می ساخت. در مطالعه‌ی دیگری که توسط Yin و همکاران (۱۳) انجام شد، بر روی یک گروه بیمار، هر دو روش دز معمولی و دز کاهش یافته انجام شده بود که به دلیل این که بیماران دو بار تابش دریافت کرده بودند، این کار با اصول اخلاقی تا حدودی سازگار نیست.

در این مطالعه، علاوه بر متغیرهای دزیمتری $CTDI_{VOL}$ و DLP که در مطالعات دیگران نیز بررسی شده بود، دز اعضا، دز مؤثر و مقادیر REID نیز در دو روش FBP و ASiR با یکدیگر مقایسه شدند. مقادیر DLP در مرحله‌ی قلبی، به عنوان مرحله‌ی اصلی آزمون CCTA در گروهی که با روش ASiR به دست آمده بود، حدود ۴۰ درصد کاهش نسبت به مقادیر متناظر در گروهی که به روش معمول FBP به دست آمده بود، داشتند. این نتایج در توافق نسبی با مطالعه‌ی Leipsic و همکاران (۱۰) و Gosling و همکاران (۱۲) بود که مقدار DLP به ترتیب حدود ۴۳ و ۴۴ درصد کاهش داشت؛ این در حالی است که در مطالعه‌ی Kazakauskaite و همکاران (۱۱) و مطالعه‌ی Yin و همکاران (۱۳)، این کاهش به ترتیب برابر با ۱۱ و ۵۲ درصد بود. در مطالعه‌ی حاضر، مقدار دز مؤثر در گروهی که با روش ASiR به دست آمده بود، در مقایسه با روش معمول FBP حدود ۴۲ درصد کاهش پیدا کرده بود که در مطالعه‌ی Leipsic و همکاران (۱۰) و نیز Gosling و همکاران (۱۲) کاهش حدود ۴۳ و ۴۰ درصدی گزارش گردید. این در حالی است که در مطالعه‌ی Kazakauskaite و همکاران (۱۱)، این کاهش برابر با ۱۰ درصد بود. اختلاف بین نتایج مطالعات مختلف به دلیل اختلاف در نوع دستگاه اسکنر، تکنیک و شرایط تابش آزمون به کار رفته در هر مطالعه بود.

متغیرهای مربوط به کیفیت تصویر شامل نویز، نسبت کنتراست به نویز، نسبت سیگنال به نویز، میزان عدد هانسفیلد یا عدد سی‌تی شریان کرونری چپ و بطن چپ در CCTA در دوگروه بیماران تفاوت معنی‌داری نداشت؛ یعنی با وجود این که در روش ASiR نسبت به روش FBP، دز بیماران حداقل ۴۰ درصد کاهش پیدا کرده بود، اما کیفیت تصویر هیچ تغییر معنی‌داری نیافته بود. این قضیه در مطالعه‌ی Leipsic و همکاران (۱۰) و همچنین، Yin و همکاران (۱۳) نیز تأیید شده است.

این مطالعه دارای چند محدودیت بود. محدودیت اول این بود که مطالعه فقط بر روی یک مدل دستگاه سی‌تی اسکن و یک نوع نرم‌افزار تکرار شونده انجام شد. هر چند با طبیعی‌سازی کردن مقادیر DLP می‌توان نتایج را به مدل‌های دیگر سی‌تی اسکن نیز تعمیم داد؛ اما با این حال، برای مطالعات بعدی توصیه می‌گردد که مطالعه‌ی مشابهی بر روی مدل‌های دیگر سی‌تی اسکن و نرم‌افزارهای دیگر انجام شود. محدودیت دوم، این بود که در گروه بیماران با روش بازسازی تکرارشونده، فقط ASiR با نسبت ۳۰ درصد مطالعه شد و به دلیل مسایل اخلاقی ناشی از تکرار تابش به بیماران، امکان نداشت تا بقیه‌ی درصدها بین ۱۰۰-۱۰ درصد مطالعه شوند. هر چند نسبت ۳۰ درصد برای گروه بیماران با روش بازسازی تکرارشونده، بنا بر تجربه و توصیه‌ی مطالعات دیگر استفاده شده بود، اما با این حال توصیه می‌شود که در مطالعات آینده، درصدهای دیگر ASiR بر روی بیماران و یا فانتوم مورد ارزیابی قرار گیرند.

با استفاده از نتایج این مطالعه، می‌توان نتیجه گرفت که به کارگیری روش ASiR نسبت به روش FBP، می‌تواند دز اعضا، دز مؤثر و خطر سرطان‌زایی حاصل از آزمون سی‌تی آنژیوگرافی کرونری را بدون افت در کیفیت تصویر کاهش دهد. بنابراین، توصیه می‌شود که مراکز سی‌تی اسکن، دستگاه‌های خود را در صورت امکان به نرم‌افزارهای کاهنده‌ی نویز به عنوان ابزاری مطمئن در جهت کاهش دز تابشی بیماران تجهیز نمایند.

تشکر و قدردانی

این مطالعه تحت حمایت مالی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان با شماره طرح مصوب ۳۹۸۳۱۳ انجام شد.

References

1. Erthal F, Premaratne M, Yam Y, Chen L, Lamba J, Keenan M, et al. Appropriate use criteria for cardiac computed tomography: Does computed tomography have incremental value in all appropriate use criteria categories? J Thorac Imaging 2018; 33(2): 132-7.
2. Karimizarchi H, Chaparian A. Estimating risk of exposure induced cancer death in patients undergoing computed tomography pulmonary angiography. Radioprotection 2017; 52(2): 81-6.
3. Chaparian A, Karimi Zarchi H. Assessment of radiation-induced cancer risk to patients undergoing computed tomography angiography scans. Int J Radiat Res 2018; 16(1): 107-15.
4. Weigold W, Olszewski ME, Walker MJ. Low-dose prospectively gated 256-slice coronary computed tomographic angiography. Int J Cardiovasc Imaging 2009; 25(2): 217-30.
5. Diel J, Perlmutter S, Venkataramanan N, Mueller R, Lane MJ, Katz DS. Unenhanced helical CT using increased pitch for suspected renal colic: An effective technique for radiation dose reduction? J Comput Assist Tomogr 2000; 24(5): 795-801.
6. Leipsic J, Heilbron BG, Hague C. Iterative reconstruction for coronary CT angiography: Finding its way. Int J Cardiovasc Imaging 2012; 28(3): 613-20.
7. Silva AC, Lawder HJ, Hara A, Kujak J, Pavlicek W. Innovations in CT dose reduction strategy: Application of the adaptive statistical iterative reconstruction algorithm. AJR Am J Roentgenol 2010; 194(1): 191-9.
8. Precht H, Kitslaar PH, Broersen A, Dijkstra J, Gerke O, Thygesen J, et al. Influence of Adaptive Statistical Iterative Reconstruction on coronary plaque analysis in coronary computed tomography angiography. J Cardiovasc Comput Tomogr 2016; 10(6): 507-16.
9. Mieville FA, Gudinchet F, Rizzo E, Ou P, Brunelle F, Bochud FO, et al. Paediatric cardiac CT examinations: impact of the iterative reconstruction method ASIR on image quality--preliminary findings. Pediatr Radiol 2011; 41(9): 1154-64.
10. Leipsic J, Labounty TM, Heilbron B, Min JK, Mancini GB, Lin FY, et al. Estimated radiation dose reduction using adaptive statistical iterative reconstruction in coronary CT angiography: The ERASIR study. AJR Am J Roentgenol 2010; 195(3): 655-60.
11. Kazakauskaite E, Husmann L, Stehli J, Fuchs T, Fiechter M, Klaeser B, et al. Image quality in low-dose coronary computed tomography angiography with a new high-definition CT scanner. Int J Cardiovasc Imaging 2013; 29(2): 471-7.
12. Gosling O, Loader R, Venables P, Roobottom C, Rowles N, Bellenger N, et al. A comparison of radiation doses between state-of-the-art multislice CT coronary angiography with iterative reconstruction, multislice CT coronary angiography with standard filtered back-projection and invasive diagnostic coronary angiography. Heart 2010; 96(12): 922-6.
13. Yin WH, Lu B, Li N, Han L, Hou ZH, Wu RZ, et al. Iterative reconstruction to preserve image quality and diagnostic accuracy at reduced radiation dose in coronary CT angiography: an intraindividual comparison. JACC Cardiovasc Imaging 2013; 6(12): 1239-49.
14. Mahmoodi M, Chaparian A. Organ doses, effective dose, and cancer risk from computed tomography coronary angiography examinations American Journal of Roentgenology 2020. [In press].
15. Chen W, Kolditz D, Beister M, Bohle R, Kalender WA. Fast on-site Monte Carlo tool for dose calculations in CT applications. Med Phys 2012; 39(6): 2985-96.
16. Streffer C. The ICRP 2007 recommendations. Radiat Prot Dosimetry 2007; 127(1-4): 2-7.
17. Deak P, van SM, Shrimpton PC, Zankl M, Kalender WA. Validation of a Monte Carlo tool for patient-

specific dose simulations in multi-slice computed tomography. Eur Radiol 2008; 18(4): 759-72.
18. Tapiovaara M, Siiskonen T, Saeteilyturvakeskus (Finland) Radiation and Nuclear Safety Authority, S+ñteilyturvakeskus F. PCXMC: A Monte Carlo Program for Calculating Patient Doses in Medical X-ray Examinations. Helsinki, Finland: STUK; 2008.
19. National Research Council (U.S.). Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation: BEIR VII Phase 2. Washington, DC: National Academies Press; 2005.
20. Chaparian A, Dehghanzade F. Evaluation of radiation-induced cancer risk to patients undergoing intra-oral and panoramic dental radiographies using experimental measurements and Monte Carlo calculations. Int J Radiat Res 2017; 15(2): 197-205.

DOI: *10.22122/jims.v37i553.12517* *Published by Vesnu Publications*

Journal of Isfahan Medical School **Vol. 37, No. 553, 1st Week, February 2020**

Received: 23.09.2019 Accepted: 15.12.2019 Published: 21.01.2020

Influences of Adaptive Statistical Iterative Reconstruction on Image Quality and Dose Reduction in Coronary Computed Tomography Angiography

Parizad Ghadimi[1], Ali Chaparian[2], Maedeh Mahmoodi[3], Jalal Bagheri[4]

Original Article

Abstract

Background: The aim of this study was to evaluate the impact of using adaptive statistical iterative reconstruction (ASiR) method on image quality and reduction of organ doses, effective dose, and carcinogenesis risk from coronary computed tomography angiography (CCTA) in 64-slice CT scan.

Methods: This cross-sectional study was performed on two groups of patients. The first group consisted of 185 patients (90 women and 95 men; mean age: 55.65 ± 14.77 years) who underwent CCTA with the conventional filter back projection (FBP) reconstruction. The second group consisted of 172 patients (80 women and 92 men; mean age: 58.59 ± 11.22 years) who were tested using ASiR reconstruction. Organ doses, effective dose, and carcinogenic risk were compared between the groups. Moreover, image quality criteria including noise, contrast-to-noise ratio, signal-to-noise ratio, CT numbers of the left coronary artery, and left ventricle were compared between the groups.

Findings: There were at least 40% reduction in the effective dose (11.94 ± 5.64 vs. 20.38 ± 6.84 mSv; $P < 0.001$) and risk of carcinogenesis (8.97 ± 4.71 vs. 16.09 ± 8.42 in 10,000 people; $P < 0.001$) between the FBP and AsiR methods. No significant differences were observed between image quality parameters in the two reconstruction methods ($P > 0.050$).

Conclusion: The application of ASiR method compared to conventional FBP method can reduce the dose of organs, the effective dose, and the carcinogenic risk of CCTA without compromising the image quality.

Keywords: Coronary vessels, Computed tomography angiography, Image quality enhancement, Carcinogenesis

Citation: Ghadimi P, Chaparian A, Mahmoodi M, Bagheri J. **Influences of Adaptive Statistical Iterative Reconstruction on Image Quality and Dose Reduction in Coronary Computed Tomography Angiography.** J Isfahan Med Sch 2020; 37(553): 1286-93.

1- Student, Department of Medical Physics, School of Medicine, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
2- Associate Professor, Department of Technology of Radiology, School of Paramedicine, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
3- Department of Technology of Radiology, School of Paramedicine, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
4- Alzahra Hospital, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
Corresponding Author: Ali Chaparian, Email: ali_chaparian@yahoo.com