

Assessment of Contrast Media Volume Injected and Image Contrast in Abdominal Pelvic CT Scan and Related Factors in Referral Hospitals in Mazandaran, Iran

Gholamreza Fallah Mohammadi

Assistant Professor, Department of Radiology, Faculty of Allied Medicine, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

(Received September 20, 2020 ; Accepted December 28, 2020)

Abstract

Background and purpose: Computed tomography scan (CT) is highly capable of diagnosing abdominal and pelvic lesions. Injection of contrast media at appropriate concentration and volume provides the least side effects and the highest image quality. This study aimed at investigating the volume of contrast medium injected and the level of image contrast compared to the standard model, in the imaging department of referral hospitals in Mazandaran province, Iran.

Materials and methods: In this quantitative descriptive study, CT scan imaging protocols in abdominal examinations and physical characteristics of the patients were recorded. The difference in the volume injected of contrast media were compared between conventional method and standard method. Several CT scan images with different contrast levels were divided into four image quality groups by two experienced radiologists based on the ratio of contrast to image noise (CNR) of the organs. The percentage of adherence of the centers to the standard method and the percentage of each image quality group was calculated using descriptive statistics.

Results: The CT scan imaging centers showed low adherence (37%) to the standard method (weight-based injection). Among the images investigated, 51.6% had excellent and good contrast levels. There was no correlation between patients' weight and the volume of contrast medium injected ($P < 0.05$). The CNR of the organs increased as the amount of iodine injected per unit mass increased.

Conclusion: Imaging centers should select the volume of the contrast medium based on patient's weight. The image quality is a function of the amount of iodine injected per unit weight of the patient, therefore, the concentration of contrast agent must be correctly selected.

Keywords: CT scan, contrast media, image quality, patient weight

J Mazandaran Univ Med Sci 2021; 30 (194): 62-70 (Persian).

* **Corresponding Author:** Gholamreza Fallah Mohammadi - Faculty of Allied Medicine, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran (E-mail: gh.fallah@mazums.ac.ir)

بررسی کنتراست تصویر و حجم ماده حاجب تزریق شده در سی تی اسکن شکم و لگن و عوامل مرتبط با آن در بیمارستان های دولتی ارجاعی استان مازندران

غلامرضا فلاح محمدی

چکیده

سابقه و هدف: سیستم های توموگرافی مولتی اسلایس از قابلیت بالایی در تشخیص ضایعات شکم و لگن برخوردارند. تزریق ماده حاجب یددار با غلظت و حجم مناسب کم ترین اثرات جانبی و بیش ترین کیفیت تصویر را ارائه می دهد. در این مطالعه حجم ماده حاجب تزریق شده و سطح کنتراست تصویر، در مقایسه با الگوی استاندارد، در مراکز تصویربرداری ارجاعی استان مازندران مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش ها: در این مطالعه توصیفی از نوع پژوهش کمی اطلاعات پروتکل تصویربرداری از شکم و لگن و مشخصات بیمار در مراکز مورد بررسی ثبت شد. تفاوت حجم تزریق شده به روش رایج و روش استاندارد مقایسه شد. چند تصویر با دامنه کنتراست متفاوت بر اساس نسبت کنتراست به نویز تصویر (CNR) ارگان ها توسط دو رادیولوژیست با تجربه در چهار گروه تقسیم بندی شد. درصد پیروی مراکز از روش استاندارد و درصد هر گروه کیفی بر پایه آمار توصیفی محاسبه شد. **یافته ها:** درصد پیروی مراکز تصویربرداری سی تی اسکن استان مازندران از روش استاندارد (تزریق بر مبنای وزن)، 37 درصد بود. 51/6 درصد تصاویر دارای کنتراست عالی و خوب بودند. بین وزن بیمار و حجم ماده حاجب تزریق شده همبستگی وجود نداشت ($P < 0/05$). با افزایش گرم ید تزریق شده به ازای واحد وزن بدن بیمار، CNR ارگان ها افزایش می یابد. **استنتاج:** با توجه به نتایج این طرح لازم است مراکز تصویربرداری از الگوی انتخاب حجم ماده حاجب تزریق شده بر مبنای وزن پیروی نمایند و فرم های مخصوص اطلاعات مشخصات بدنی بیمار در اختیار کارشناسان قرار گیرد. کنتراست تصویر تابع گرم ید تزریق شده بر واحد وزن بیمار است و لذا باید غلظت ماده حاجب تزریق شده به درستی انتخاب شود.

واژه های کلیدی: سی تی اسکن، مواد کنتراست، کیفیت تصویر، وزن بیمار

مقدمه

سیستم تصویربرداری سی تی اسکن با ظهور تکنولوژی مولتی اسلایس پیشرفت های چشم گیری در قدرت تفکیک مکانی، رزولوشن زمانی و توان رزولوشن کنتراست داشته است، لذا این مدالیه امروزه از قابلیت بسیار بالایی در تشخیص ناهنجاری ها برخوردار است (1). در کشور انگلستان در فاصله زمانی بین آوریل 2012 تا مارس 2013 در حدود 4/7 میلیون آزمون سی تی اسکن ثبت شده است، در حالی که بین سال های 2002 تا 2003

مؤلف مسئول: غلامرضا فلاح محمدی؛ ساری - کیلومتر 18 جاده فرح آباد، مجتمع دانشگاهی پیامبر اعظم، دانشکده پیراپزشکی
استادیار، گروه رادیولوژی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
تاریخ دریافت: 1399/6/30 تاریخ ارجاع جهت اصلاحات: 1399/7/1 تاریخ تصویب: 1399/10/8
E-mail: gh.fallah@mazums.ac.ir

تنها 1/8 میلیون سی تی اسکن انجام شده است (3،2). با توجه به افزایش درخواست‌ها برای انجام این آزمون، بررسی موضوع افزایش کارایی تشخیصی در کنار کیفیت تصاویر سی تی اسکن تهیه شده و بهبود هزینه‌ها اجتناب‌ناپذیر است. یکی از ابزار بسیار مهم تشخیصی و افزایش کنتراست تصویر جهت بهبود تمایز بافت‌ها استفاده از مواد کنتراست‌زا مصنوعی (مواد حاجب) است که در مطالعات رادیولوژی از ترکیبات یددار استفاده می‌شود. در روش تصویربرداری سی تی اسکن مسئله دز پرتوی بالای بیماران و واکنش‌های احتمالی حاد بیماران به مواد حاجب هنوز به عنوان یک نگرانی جدی مطرح است، به‌طوری که 75 درصد پرتوگیری بیماران از آزمون‌های تصویربرداری رادیولوژی مربوط به سی تی اسکن می‌باشد (4). لذا موضوع انجام آزمون‌های تصویربرداری سی تی با کم‌ترین دز پرتویی و تزریق حجم مناسب (ml) ماده حاجب با کم‌ترین سمیت شیمیایی که بیش‌ترین کنتراست را فراهم نماید از اهمیت بالایی برخوردار است (5-7). یکی از فاکتورهای بسیار مهم در میزان کنتراست عروق و پارانشیم ارگان‌ها پس از تزریق ماده حاجب، مشخصات بدنی بیمار (body habitus) است. وزن بیمار مهم‌ترین شاخص بدنی در انتخاب مقدار حجم ماده حاجب تزریق شده می‌باشد. با افزایش وزن، کنتراست بافت‌ها در تصویر کاهش می‌یابد مگر این که با افزایش وزن، حجم ماده حاجب نیز افزایش یابد (1). تزریق حجم کم ماده حاجب از اطلاعات تشخیصی به‌طور چشمگیری می‌کاهد و می‌تواند به تکرار احتمالی آزمون سی تی اسکن منجر شود، در حالی که افزایش دز ید تزریق شده به بیمار غیرضروری بوده و احتمال بروز نروپاتی القاء شده از تزریق ماده کنتراست (CIN) را افزایش می‌دهد، هزینه بیمار را افزایش می‌دهد و منابع را به هدر می‌دهد (8). جداول استاندارد توسط Benbow و همکاران پیشنهاد شده است که در آن برای هر محدوده از وزن بیماران حجم مشخصی از ماده حاجب تزریق می‌شود که با اجرای آن کنتراست تصویر مطلوب با کم‌ترین

آسیب بدنی حاصل می‌شود (9). لذا بهینه‌سازی حجم ماده حاجب تزریق شده در راستای بهره‌وری منابع در شرایط فعلی کشور که این مواد از کشورهای دیگر تهیه می‌شود، یک امر بسیار ضروری و اجتناب‌ناپذیر است. از مقدار حجم ماده حاجب تزریق شده به بیماران و مبنای محاسبه آن توسط کارشناسان رادیولوژی مراکز درمانی استان مازندران اطلاعات دقیقی در دسترس نیست اما آن‌چه مسلم است هر مرکز با توجه به نظر رادیولوژیست دپارتمان تصویربرداری، شیوه‌های متفاوتی را با توجه به رفرنس مورد استفاده جهت تزریق مواد حاجب، به کار می‌گیرند. در این مطالعه کیفیت تصاویر سی تی اسکن از شکم و لگن و حجم ماده حاجب استفاده شده در روش تکنیکی رایج در بیمارستان‌های ارجاعی استان مازندران نسبت به روش‌های استاندارد توصیه شده بر اساس وزن بیمار مقایسه شده است.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه توصیفی از نوع پژوهش کمی مراکز سی تی اسکن در بیمارستان‌های امام خمینی ساری، امام خمینی بهشهر، امام خمینی آمل، طالقانی چالوس و یک مرکز خصوصی در شهرساری در سال 1398 مورد بررسی قرار گرفتند. با مراجعه به دوره کالیبراسیون دستگاه‌های سی تی اسکن در هر بیمارستان، از صحت عملکرد دستگاه‌ها اطمینان حاصل شد. نمونه‌ها به‌صورت تصادفی ساده جمع‌آوری شدند. در این مطالعه مراحل زیر به منظور آنالیز اهداف تدوین شده اجرا شد.

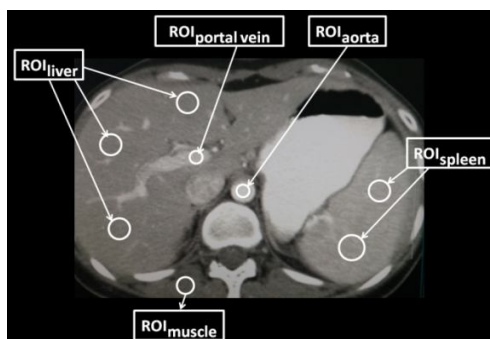
الف - بررسی مقدار حجم ماده حاجب تزریق شده در مراکز درمانی

در هر بیمارستان تصاویر شکم و لگن برای بیماران در فاز مطالعات جنرال شکمی (فاز ورید پورت) انتخاب شدند. معیار خروج نمونه‌ها شامل بیماران با کبد چرب حاد، سیروز کبدی، تومورهای بسیار متعدد در کبد، بیماران با segmentectomy یا lobectomy کبد و بیماران

رادیولوژیست‌ها، محدوده کنتراست تصاویر در چهار گروه ناکافی، کافی، خوب و عالی بر اساس نسبت کنتراست به نویز (CNR) ارگان‌های کبد، آئورت، وریس پورت، طحال و عضله erector spinae تقسیم‌بندی شد. به منظور محاسبه CNR از رابطه 1 استفاده گردید (10):

$$CNR = \frac{HU_{organ} - HU_{erector\ spinae\ muscle}}{SD_{erector\ spinae\ muscle}}$$

در رابطه فوق، HU عدد هانسفیلد ارگان مورد نظر می‌باشد. جهت اندازه‌گیری عدد هانسفیلد ارگان‌های ذکر شده، در یک مقطع از تصویر سی‌تی اسکن شکم (تصویر شماره 1) یک ناحیه مورد نظر (ROI) به شکل دایره یا بیضی روی ارگان‌های ذکر شده قرار گرفت (تصویر شماره 1).



تصویر شماره 1: مکان اندازه‌گیری عدد هانسفیلد ارگان‌های مورد بررسی روی مقطع عرضی تصویر سی‌تی اسکن جهت محاسبه کنتراست تصویر

با توجه به حجم ماده حاجب بر حسب میلی‌لیتر، غلظت ماده حاجب بر حسب میلی‌گرم ید بر میلی‌لیتر و وزن بدن بیمار بر حسب کیلوگرم، مقدار گرم ید تزریق شده در هر کیلوگرم وزن (mg/kg) محاسبه شده و ارتباط آن با CNR مورد بررسی قرار گرفت.

با شنت ورید پورت بود. از آن‌جا که مطالعات معمولی شکم ولگن با آهنگ تزریق بین 1/5 ml/s و 3 ml/s انجام می‌شوند، نمونه‌های خارج از این آهنگ تزریق، مورد بررسی قرار نگرفتند و کنتراست ارگان‌ها در این بازه آهنگ تزریق اندازه‌گیری شد. برای هر بیمار حجم ماده حاجب تزریق شده بر حسب میلی‌لیتر (ml)، غلظت ماده حاجب بر حسب میلی‌گرم ید بر میلی‌لیتر (mg/ml)، آهنگ تزریق، طول مدت تزریق و تاخیر زمانی بین تزریق و اسکن (scan delay)، وزن بیمار، سن بیمار، قد بیمار و جنسیت ثبت گردید. برای هر بیمار حجم ماده حاجب تزریق شده بر اساس وزن طبق جدول شماره 1 محاسبه شد (9).

با توجه به انحراف معیار حجم ماده حاجب تزریق شده برای هر بیمار از مطالعات گذشته (23 ml)، تعداد بیماران با حدود اطمینان 95 درصد، در حدود 21 بیمار در هر بیمارستان مورد بررسی قرار گرفتند. مقدار حجم ماده حاجب تزریق شده و مقدار میلی‌گرم ید در هر کیلوگرم وزن بیمار در دو روش مرسوم بیمارستان‌ها با مقدار حجم به دست آمده از روش استاندارد (حجم تزریق شده بر اساس وزن) برای هر بیمار با آزمون فرضیه تفاوت میانگین دو جامعه t دو دانه (یا t زوجی) مورد بررسی قرار گرفت. جهت آنالیز داده از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

ب- بررسی کنتراست تصاویر سی‌تی اسکن شکم ولگن
به منظور بررسی کنتراست تصویر، چند تصویر سی‌تی اسکن شکم ولگن از مجموعه تصاویر تهیه شده با کنتراست‌های متفاوت از اطلاعات موجود در اسکنر سی‌تی اسکن به دو رادیولوژیست خبره و با تجربه نمایش داده شد. میزان توافق نظر دو رادیولوژیست با ضریب کاپا (Kappa-k) بررسی گردید. با توجه به تشخیص

جدول شماره 1: جدول مراجعه‌ای مورد استفاده به منظور انتخاب مناسب‌ترین مقدار حجم ماده حاجب تزریق شده بر اساس وزن بیمار (9)

وزن بیمار (kg)	کمتر از 50	55 ± 51	60 ± 56	65 ± 61	70 ± 66	75 ± 71	80 ± 76	85 ± 81	90 ± 86	95 ± 91	100 ± 96	بالای 100
میزان ماده حاجب مورد نیاز (ml)	70	75	80	85	90	95	100	110	120	130	140	150

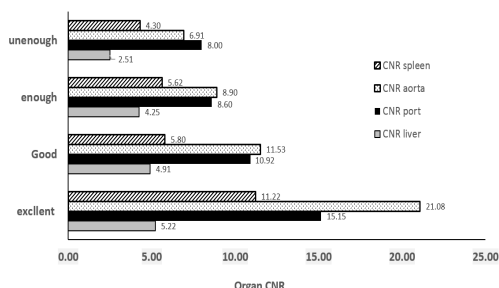
یافته ها

در این مطالعه 5 مرکز از مراکز ارجاعی استان مازندران مورد بررسی قرار گرفت. اطلاعات دموگرافیک نمونه بیماران جمع آوری شده در جدول شماره 2 نمایش داده شده است.

جدول شماره 2: اطلاعات دموگرافیک بیماران مورد بررسی در

مراکز درمانی استان مازندران

تعداد	تعداد	درصد	وزن (کیلوگرم)	سن (سال)	قد (سانتی متر)
مراکز درمانی	بیماران	زن	مرد	انحراف معیار $\pm$ میانگین (Min-Max)	انحراف معیار $\pm$ میانگین (Min-Max)
5	127	55/2	44/8	70/8 $\pm$ 13/8	165/9 $\pm$ 9/8
				87-9	190-133



نمودار شماره 1: مقادیر نسبت کنتراست به نویز (CNR) ارگان‌های مورد بررسی در گروه‌های متفاوت کیفیت تصویر طبق نظر رادیولوژیست

در جدول شماره 3، اطلاعات ارائه شده توسط یک مرکز (مرکز شماره 4) برای محاسبه CNR از اعتبار لازم برخوردار نبود. روش استاندارد در انتخاب حجم ماده حاجب تزریق شده مطابق جدول شماره 1، تاکید می‌کند که با افزایش وزن بیمار برای تهیه تصویر با کیفیت مطلوب، حجم ماده حاجب تزریق شده نیز باید افزایش یابد. نمودار شماره 2، رفتار مراکز تصویربرداری سی‌تی‌اسکن استان مازندران در انتخاب حجم ماده حاجب تزریق شده به بیمار و ارتباط آن با وزن بیمار را در مقایسه با روش استاندارد نمایش می‌دهد.

جدول شماره 3: حجم کل ماده حاجب تزریق شده در روش رایج و روش استاندارد و درصد پیروی از روش استاندارد و کیفیت تصاویر سی تی اسکن شکم و لگن

مرکز درمانی	حجم کل ماده حاجب تزریق شده (ml) روش رایج *	حجم ماده حاجب تزریق شده روش استاندارد (حجم تزریق بر مبنای وزن بیمار) (ml)	درصد پیروی از روش استاندارد ** (N/Vi)×100 (درصد)	درصد وضعیت کیفی تصاویر سی تی شکم و لگن بر مبنای نظر رادیولوژیست (با توجه به CNR ارگان ها)			
	$V_R = \sum_{i=1}^n V_i$			عالی	خوب	متوسط	ضعیف
مرکز 1	3236	3185	67	45/5	12/1	15/2	27/3
مرکز 2	1919	2180	17/4	29/4	10/9	19/6	40/2
مرکز 3	1160	1435	6	10/9	17/2	25/0	46/9
مرکز 4	2735	3155	25	-	-	-	-
مرکز 5	2069	2155	52	48/9	21/7	8/7	20/7
جمع	11119	12110	37	36/6	15	16/3	32/1

* P_i = تعداد بیماران مورد مطالعه در هر مرکز، V_i = حجم ماده حاجب تزریق شده برای هر بیمار

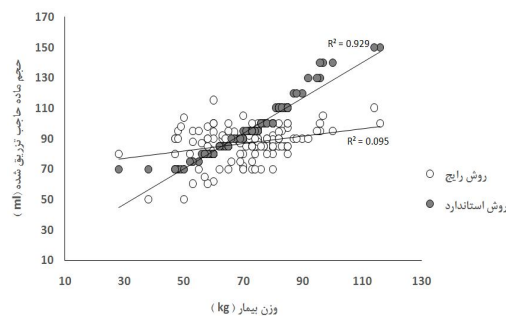
** N_i = تعداد بیماران هر مرکز که حجم ماده حاجب تزریق شده برای آن‌ها مطابق با وزن بوده، N = تعداد کل بیماران

بحث

هدف از ارائه این مطالعه، بررسی حجم ماده حاجب استفاده شده و بررسی کنتراست تصویر در آزمون سی تی اسکن شکم لگن در مراکز تصویربرداری استان مازندران، در مقایسه با روش های استاندارد توصیه شده که در آن وزن بیمار مبنای انتخاب حجم ماده تزریق شده قرار گرفته است، می باشد. حجم ماده حاجب تزریق شده برای انجام سی تی اسکن شکم و لگن در روش رایج مطابق با جدول شماره 3، تقریباً 9 درصد کمتر از حجم تزریق شده در به روش استاندارد است. آزمون مقایسه زوجی دو جامعه، تفاوت معنی دار دو روش اجرا را اثبات می کند ($P < 0/05$). نمودار شماره 2 نشان می دهد که در مراکز تصویربرداری استان مازندران، در آزمون شکم و لگن، بین حجم ماده حاجب تزریق شده و وزن بیمار از همبستگی بسیار کمی وجود دارد ($R^2 = 0/095$) و وزن بیمار مبنای انتخاب حجم ماده حاجب قرار نمی گیرد. به نظر می رسد کارشناسان رادیولوژی مراکز مورد بررسی تمایل به استفاده از تکنیک تزریق ماده حاجب با حجم ثابت دارند. یکی از پروتکل های موجود در تزریق ماده کنتراست، تکنیک حجم ثابت است که در آن برای بیماران با وزن زیر 96 kg، 100 میلی لیتر ماده کنتراست و بیماران با وزن 96 و بالاتر، 150 میلی لیتر ماده کنتراست تزریق می شود (11).

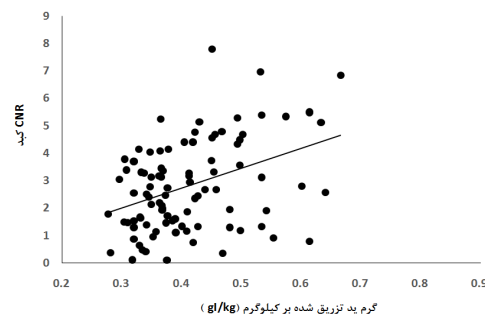
Benbow و Bull نشان دادند که در مقایسه با پروتکل حجم ثابت، اتخاذ پروتکل تزریق ماده کنتراست با لحاظ شرایط وزنی بیمار، می تواند تغییرات عدد هانسفیلد در بین اسکن های متعدد را کاهش دهد (9). Yanaga و همکاران پیشنهاد می کنند که ماده کنتراست تزریق شده متناسب با شرایط بیمار و بر اساس وزن انجام شود (12).

Perrin و همکاران نشان دادند که پیروی از روش تزریق بر مبنای وزن، ضمن کاهش 4 درصدی در حجم ماده حاجب استفاده شده نسبت به گروه کنترل، کیفیت تصویر مشابهی ارائه می دهد (11). 9 درصد کاهش در حجم ماده حاجب تزریق شده در روش رایج نسبت به

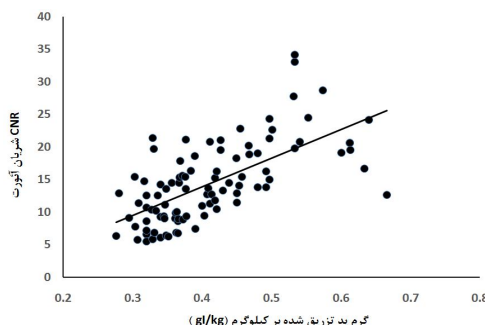


نمودار شماره 2: توزیع مقدار حجم ماده حاجب تزریق شده بر مبنای وزن بیمار در دو روش استاندارد و روش استفاده شده در مراکز تصویربرداری سی تی اسکن استان مازندران

با افزایش مقدار گرم ید تزریق شده در هر کیلوگرم وزن بیمار (gI/kg)، مقدار CNR ارگان ها افزایش می یابد. در نمودار شماره 3- الف و ب، ارتباط CNR با مقدار gI/kg برای دو ارگان کبد و آنورت نمایش داده شده است.



الف



ب

نمودار شماره 3: نمودار ارتباط بین مقدار ید تزریق شده در هر کیلوگرم وزن بدن بیمار و CNR برای دو ارگان کبد (الف) و شریات آنورت (ب)

روش استاندارد در مراکز مورد بررسی، می تواند به دلیل حجم کم ماده حاجب تزریق شده برای بیماران با وزن بالا باشد، در حالی که برای بیماران با وزن پایین، حجم ماده حاجب تزریق شده بیش از حد استاندارد است، یعنی برای این دسته از بیماران با کنتراستی کم تر از کنتراست حاصل شده می توان به تشخیص مطلوب اقدام کرد، ضمن این که احتمال بروز سمیت شیمیایی حداقل خواهد بود. بین درصد حصول تصاویر تهیه شده با CNR عالی و درصد پیروی مراکز از جدول استاندارد همبستگی معنی داری وجود دارد ($R^2 = 0/9$) (جدول شماره 3). مراکزی که در آن ها برای شماری از بیماران تزریق متناسب با وزن انجام می شود، CNR ارگان ها مطلوب تر است. یکی از عوامل موثر در اندازه گیری CNR ارگان ها، زمان تاخیر بین شروع تزریق ماده حاجب و شروع اسکن (Delay time) می باشد (13). بازه زمان تاخیر در آزمون سی تی اسکن شکم و لگن در مراکز تصویربرداری $49/3 \pm 11/2$ ثانیه به دست آمد. بعد از تزریق ماده کنتراست، شریان کبدی معمولاً پس از 15 تا 25 ثانیه به حداکثر کنتراست می رسد که فاز شریانی می باشد. حداکثر کنتراست کبد از سیستم ورید پورت معمولاً 45 تا 55 ثانیه روی می دهد که فاز ورید پورت نامیده می شود و به دنبال آن پس از 60 تا 70 ثانیه کنتراست را در سیستم گردش خونی ورید هپاتیک خواهیم داشت. کنتراست شریان آئورت در سطح کارینا، به دنبال تزریق ماده کنتراست از ورید کوبیتال سمت راست، در فاصله زمانی 17 تا 23 ثانیه روی می دهد (14).

در مطالعه Byoung و همکاران (15)، فاز ورید پورت، 35 ثانیه پس از شروع فاز شریانی (رسیدن به هانسفیلد 100 در سطح آئورت توراسیک) و فاز تعادلی (پارانشیمال کبدی) 105 ثانیه پس از فاز ورید پورت تعریف شده است. با توجه به بازه زمانی تاخیر به دست آمده در مراکز تصویربرداری استان مازندران، به طور میانگین فاز ورید پورت به عنوان فاز غالب در اخذ

تصویر سی تی اسکن شکم و لگن انتخاب می شود. مقدار انرژی فوتون های X برحسب کیلوولتاژ (kV) نیز عامل مهم در مقدار CNR است اما در تمامی مراکز مورد بررسی از کیلوولتاژ 120 برای تصویربرداری از شکم و لگن استفاده می شود (10). غلظت ماده کنتراست تزریق شده در شرایطی که آهنگ تزریق و زمان تاخیر ثابت باشد، نقش مهمی در مقدار CNR ارگان ها دارد (16). در بیمارستان های استان مازندران 98 درصد موارد ماده حاجب تزریق شده با غلظت 320 mgI/ml انجام می شود و 2 درصد مربوط به سایر غلظت ها (370 و 270 mgI/kg) می باشد. بیماران با وزن بالا در مقایسه با بیماران سبک وزن، نیاز به مقدار ید بیش تری برای رسیدن به کنتراست مشابه دارند (12، 11).

مطالعه Heiken و همکاران نشان دادند که تزریق تقریباً 0/5 g ید در هر کیلوگرم وزن بدن بیمار، 50 HU کنتراست کبد را افزایش می دهد (17). مقدار گرم ید تزریق شده در هر کیلوگرم وزن بدن بیمار (gI/kg) در آزمون سی تی اسکن شکم و لگن در بیمارستان های مورد بررسی استان مازندران $0/41 \pm 0/09$ بود. نمودار شماره 3 الف و ب برای دو ارگان کبد و آئورت نشان می دهد که با افزایش مقدار gI/kg تزریق شده به بیمار، CNR افزایش می یابد.

مطالعه میدانی در این طرح نشان می دهد که به دلیل ازدحام مراجعین مرکز تصویربرداری انتخاب حجم ماده حاجب متناسب با مشخصات بیمار انجام نمی شود. در این مورد لازم است فرم مشخصی به همراه بیمار داده شود که در آن اطلاعات بیمار تکمیل شود و حجم ماده حاجب توسط بخش متناسب با وزن بیمار توسط مرکز تصویربرداری تهیه شود. بهتر است مراکز تصویربرداری ماده حاجب مورد نیاز را در اختیار بیماران قرار دهند و هزینه ماده کنتراست متناسب با حجم تزریق شده از بیماران اخذ شود. استفاده بهینه از ماده حاجب تزریق شده از رسالت های حیاتی تیم تصویربرداری برای حصول به هدف تشخیص بیماری ها می باشد. در این راستا لازم

سپاسگزاری

از مسئولین محترم بخش‌های تصویربرداری بیمارستان‌های امام خمینی ساری، امام خمینی بهشهر، امام خمینی آمل و طالقانی چالوس که در جمع‌آوری اطلاعات همکاری شایسته‌ای داشته‌اند، کمال تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

است شرایط تزریق براساس مشخصات بدنی به خصوص وزن بیمار انتخاب شود. به منظور حصول حداکثر تمایز بین بافت‌ها، استفاده از غلظت مناسب ید در هر کیلوگرم بیمار ضروریست. به منظور همسان سازی پروتکل تزریق ماده حاجب در آزمون سی تی اسکن شکم و لگن، آموزش‌های لازم به کارشناسان رادیولوژی استان ارائه شود.

References

1. Bae KT. Intravenous contrast medium administration and scan timing at CT: considerations and approaches. *Radiology* 2010; 256(1): 32-61.
2. NHS England. NHS imaging and radiodiagnostic activity in England. National Statistics; 2013. Available at: <https://www.england.nhs.uk/statistics/wp-content/uploads/sites/2/2013/04/KH12-release-2013-14.pdf>.
3. NHS Improvements. Supporting direct access to diagnostic imaging for cancer diagnostics. Best practice pathways for diagnostic Imaging NHS Improvements. 2012. Available at: <https://www.slideshare.net/NHSImprovement/supporting-direct-access-to-diagnostic-imaging-for-cancer-diagnostics>.
4. Kalra MK, Maher MM, Toth TL, Hamberg LM, Blake MA, ShEPARD JA, et al. Strategies for CT radiation dose optimization. *Radiology* 2004; 230: 619-628.
5. Brenner DJ, Hall EJ. Computed tomography- An increasing source of radiation exposure. *N Engl J Med* 2007; 357: 2277-2284.
6. Yoshinaga S, Mabuchi K, Sigurdson AJ, Doody MM, Ron E. Cancer risks among radiologists and radiologic technologists: Review of epidemiologic studies. *Radiology* 2004; 233: 313-321.
7. Mettler FA Jr, Bhargavan M, Faulkner K, Gilley DB, Gray JE, Ibbott GS, et al. Radiologic and nuclear medicine studies in the United States and worldwide: Frequency, radiation dose, and comparison with other radiation sources-1950-2007. *Radiology* 2009; 253: 520-231.
8. Rear R, Bell RM, Hausenloy DJ. Contrast-induced nephropathy following angiography and cardiac interventions. *Heart* 2016; 102(8): 638-648.
9. Benbow M, Bull RK. Simple weight-based contrast dosing for standardization of portal phase CT liver enhancement. *Clin Radiol* 2011; 66(10): 940-944.
10. Tong Yu, Jun Gao, Zhi-Min Liu, Qi-Feng Zhang, Yong Liu, Ling Jiang, Yun Peng. Contrast Dose and Radiation Dose Reduction in Abdominal Enhanced Computerized Tomography Scans with Single-phase Dual-energy Spectral Computerized Tomography Mode for Children with Solid Tumors. *Chin Med J* 2017; 130(7): 823-831.
11. Perrin E, Jackson M, Grant R, Lloyd C, Chinakaa F, Goha V. Weight-adapted iodinated contrast media administration in abdominopelvic CT: Can image quality be maintained? *Radiography* 2018; 24(1): 22-27.
12. Yanaga Y, Awai K, Nakayama Y, Nakaura T, Tamura Y, Hatemura M, et al. Pancreas: patient body weight tailored contrast material injection protocol versus fixed dose protocol at dynamic CT. *Radiology* 2007; 245(2): 475-482.

13. Goshima S, Kanematsu M, Kondo H, Yokoyama R, Miyoshi T, Nishibori H, et al. MDCT of the liver and hypervascular hepatocellular carcinomas: optimizing scan delays for bolus-tracking techniques of hepatic arterial and portal venous phases. *AJR Am J Roentgenol* 2006; 187(1): W25-W32.
14. Kalra MK, Saini S, Rubin GD. MDCT From Protocols to Practice. 1th ed. New York: Springer Milan Berlin Heidelberg; 2008. 412.
15. Byoung Goo Jo, Yun Gyu Song, Sang Goon Shim, and Young Wook Kim. Comparison of enhancement and image quality: different iodine concentrations for liver on 128-slice multidetector computed tomography in the same chronic liver disease patients. *Korean J Intern Med* 2016; 31(3): 461-469.
16. Awai K, Takada K, Onishi H, Hori S. Aortic and hepatic enhancement and tumor-to-liver contrast: analysis of the effect of different concentrations of contrast material at multi-detector row helical CT. *Radiology* 2002; 224(3): 757-763.
17. Heiken JP, Brink JA, McClennan BL, Sagel SS, Crowe TM, Gaines MV. Dynamic incremental CT: effect of volume and concentration of contrast material and patient weight on hepatic enhancement. *Radiology* 1995; 195: 353-357.