دراسة استمثال الوقاية الإشعاعية في التصوير المقطعي للأطفال في سورية

شادي خزّام[1] و محمد سعيد محاسنة[2] و محمد حسان خريطة[3]

تاريخ الإيداع 2014/07/23
قبل للنشر في 2014/12/24

ملخص

هدف هذا البحث إلى الوصول إلى تحقيق المستوى الأمثل من الوقاية الإشعاعية من خلال تحسين إجراءات التصوير المقطعي المتّبعة للأطفال في سورية عن طريق دراسة إجراءات التصوير المستخدمة وتقنياته.

أظهرت النتائج وجود اختلافات كبيرة في مجال الجرعة الإشعاعية التي يتعرض لها الأطفال في سورية. فضلاً عن زيادة قيم الجرعة الإشعاعية للأطفال في 31% من الحالات على جرعات البالغين.

توجد أجهزة حديثة للتصوير المقطعي متعدد الشرائح في 42% من المشافي ومراكز التصوير الطبية (مقارنة مع 77% عالمياً)، و25% من المشافي لا يوجد لديهم برامج مخصصة لتصوير الأطفال. وبلغت نسبة استعمال برامج تصوير تعتمد على أعراض مرضية معينة فقط 67%. دُرستْ نسبة استعمال المُسكّن للطفل في أثناء التصوير، واستخدام وسائل التثبيت المناسبة وعُرضتْ في النتائج، كما وأنّ نسبة تسجيل قيمة جرعة المريض الإشعاعية خلال الإجراء معدومة تماماً في المراكز جميعها مقارنة مع 49 % عالمياً.

الكلمات المفتاحية: تصوير مقطعي محوسب، تصوير مقطعي للأطفال، جرعات إشعاعية للمريض، وقاية إشعاعية، برامج تصوير مقطعي.

[1] طالب دكتوراه، [2] أستاذ، قسم الفيزياء، كلية العلوم، جامعة دمشق، سورية.
[3] هيئة الطاقة الذرية، دمشق، سورية.

Optimization of radiation protection for pediatric CT in Syria

Sh. Khazzam[(1)], M. S. Mahasneh[(2)] and M. H. Kharita[(3)]

Received 23/07/2014
Accepted 24/12/2014

Abstract

The aim of this study is to reach recommendations to improve computed tomography procedures for children in Syria to achieve the optimal level of radiation protection through the study of procedures and imaging techniques being used.

The results showed significant differences in CT radiation dose of children in Syria, in addition to increasing the values of radiation doses to children by 31% of adults dose.

There are modern devices of CT multislices in 42% of hospitals (compared with 77% globally) and 25% of hospitals do not have protocols dedicated for children. The ratio of usage protocols rely on certain symptoms 67%, Sedation and use of immobilisation devices for children were frequently reported. Records of patient dose were null in all sites compared with 49% globally.

Keywords: Computed tomography, Pediatric CT, Patient doses, Radiation protection, CT protocols.

[(1)] PhD., Student, [(2)] Prof., Physics Department, Science Faculty, Damascus University, Syria.
[(3)] Atomic Energy Commission of Syria, Damascus, Syria.

المقدمة

انتشر جهاز التصوير المقطعي بالأشعة السينية CT انتشاراً كبيراً في السنوات العشر الأخيرة وتعددت تطبيقاته المفيدة في المجال التشخيصي[3,2,1]؛ ومن ضمنها تصوير الأطفال. بالمقابل أصدرت المنظمات الدولية، والهيئات التخصصية مثل ICRP (International Commission Radiation Protection) و NCRP (National Council on Radiation Protection)، توصيات بضرورة العمل على تخفيض الجرعات الإشعاعية للمرضى من التصوير الطبي. إذْ بلغت نسبة فحوصات التصوير المقطعي 50% من مجمل فحوصات التصوير الطبي التشخيصي، كما تسهم الجرعة التي يتلقاها المرضى من جراء التصوير المقطعي بنسبة 50% من الجرعة التي يتلقاها الشخص من التعرض الطبي[4]. تزداد خطورة التصوير المقطعي على الأطفال والمسببة للسرطان بنسبة عشرة أضعاف عن البالغين[5]، ومن ثم يجب جعل الخطر الإشعاعي للأطفال في حدوده الدنيا عن طريق استخدام بروتوكولات مصممة خصّيصى لتلائم قياس جسم الطفل من خلال الإجراء التصويري الصحيح، والاهتمام بالوقاية الإشعاعية للمريض، مثل تحضير الطفل قبل التصوير بإعطائه المواد المسكّنة واستعمال وسائل التثبيت الملائمة وأدواته عند الحاجة.

يعتمد مصدر معظم الدراسات والبحوث في الوقاية الإشعاعية للمريض من التصوير المقطعي على إحصائيات من أمريكا الشمالية أو دول أوربا الغربية، وهناك شح في المعلومات لدى باقي البلدان، لذا قامت الوكالة الدولية للطاقة الذرية بإجراء دراسة شملت عدداً من بلدان العالم الثالث لإنشاء قاعدة معلومات مهمة للوقاية الإشعاعية في التصوير المقطعي[6]. أظهرت نتائج مشروع الوكالة الدولية للطاقة الذرية عن التصوير المقطعي للأطفال في 40 دولة تتوزع في آسية، وأوربا، وأمريكا اللاتينية وأفريقية[1] الاختلاف الكبير في قيم مؤشر الجرعة الإشعاعية للتصوير المقطعي $CTDI_w$ [7]. مما يشير إلى ضرورة دراسة أكثر عمقاً عن التصوير المقطعي للأطفال لفهم كل من استعمال التصوير المقطعي للأطفال، وتقييم إجراءات الاستمثال لبروتوكولات التصوير.

يتحكم مشغّل جهاز التصوير المقطعي بمعظم معاملات التصوير، ومن ثمَّ يتحكم بالجرعة الإشعاعية الناتجة عنه. إذْ تتضمن معاملات التصوير كلاً من الجهد kV والتيار، وزمن دوران الأنبوب، وخطوة التصوير الحلزوني، والمرشح المستعمل. وتكون هذه المعاملات مرتبطة ببعضها، وتعتمد على حجم المريض، والمنطقة المصورة، والحالة السريرية، ومن ثمَّ يختار فني التصوير برنامج التصوير المناسب وفق حالة المريض والمؤشرات السريرية الموافقة.

تبرز أهمية هذه الدراسة في أنَّها تسعى لتخفيض الجرعة الإشعاعية عن طريق تقييم الواقع العملي لإجرائية التصوير المقطعي، وتحسين إجراءات التصوير المقطعي المتّبعة للأطفال.

مواد البحث وطرائقه

شملت الدراسة 12 جهازاً مقطعياً محوسباً موزّعة في دمشق، تشمل القطاعين العام والخاص، ويوضّح الجدول (1) بيانات أجهزة التصوير المقطعي التي شملتها الدراسة بحسب الشركة الصانعة، ونموذج الجهاز، والجهة التابعة لها، وعدد صفوف الكواشف، وسنة التركيب. قُيّم عدد حالات تصوير الأطفال مقارنة بالبالغين في 28 جهازاً موزعاً في سورية (الجدول 2)، بيّنت النتائج أنّ متوسط نسبة تصوير الأطفال إلى البالغين 23%، كما قُورنتِ النتائج بالدراسة التي أجرتها الوكالة الدولية للطاقة الذرية على 146 مركزاً للتصوير الطبي موزعة في 40 دولة[1].

طريقة حساب الجرعة الإشعاعية:

يُعدُّ مؤشر جرعة التصوير المقطعي CTDI (CT Dose Index) دليلاً جيداً للجرعة الإشعاعية الممتصة داخل المريض، ويُقاس بإحدى الطرائق الثلاث: الطريقة الأولى هي قياس مباشر للجرعة الممتصة داخل مجسمات مكافئة لجسم الإنسان باستعمال حجيرة تأين، والطريقة الثانية هي تقدير الجرعة باستخدام حسابات النمذجة الرياضية كقاعدة البيانات التي توفرها منظمة ImPact البريطانية المختصة بدراسة الجرعة الإشعاعية لأجهزة التصوير المقطعي[8]، إذْ يوفر البرنامج واجهة إدخال لقيم التصوير تحاكي برنامج التصوير المقطعي، يقوم بعدها بحساب مؤشر جرعة التصوير المقطعي بالاستناد إلى قاعدة بيانات كبيرة تضم قياسات للجرعة الإشعاعية لمختلف أجهزة التصوير المتوافرة، والطريقة الثالثة هي تسجيل قيم الجرعة مباشرة من لوحة تحكم جهاز التصوير المقطعي.

قُيّمتِ الجرعات الإشعاعية في هذه الدراسة باعتماد الطريقتين الثانية والثالثة.

القيم المرجعية أو السويات الإرشادية DRL (Dose Reference Level):

يُقصد بالسويات الإرشادية قيم الجرعة الإشعاعية التي يمكن الحصول عليها بتطبيق إجراءات التصوير السليمة وفق الإمكانيات المتوافرة، وليس ما يجب عدَّه أداءً مثالياً، وتُعتَمَد من قبل السلطات الرقابية لبلد ما بعد إجراء دراسات إحصائية لقيم الجرعة الإشعاعية في هذا البلد[9]، قورنتْ نتائج الدراسة بالسويات الإرشادية لبعض الدول المتقدمة مثل بريطانيا، وسويسرا، وألمانيا، وفرنسا.

حالات التصوير المتضمّنة في الدراسة:

اختيرت ثلاثة برامج تصوير رئيسة للرأس والصدر والبطن، ووُزّعتْ في خمس فئات عمرية: 1> أصغر من سنة، بين 1-5 سنوات، بين 6-10 سنوات، بين 11-15 سنة، وللبالغين 15< سنة كما في الجداول (3) و(4) و(5).

وأُجريَ استبيان وُزِّع على أطباء الأشعة وفنييها في المشافي ومراكز التصوير التي خضعت للدراسة وعددها 12، وقد شملت الأسئلة عدة جوانب تتعلق بممارسة التصوير المقطعي للأطفال.

تجدر الإشارة إلى أنّ النسب والقيم الواردة في الجداول (3) و(4) و(5) اعتمدت على المعلومات المقدمة من الأطر الطبية والفنية في مراكز التصوير الخاضعة للدراسة، أي إنّ النسب تعود إلى 12 جهازاً للتصوير المقطعي، ولا تعود إلى عدد المرضى الأطفال الخاضعين للتصوير.

اعتمدت منهجية البحث في هذه الدراسة على عينة من المشافي التي اختيرت بعناية لتمثل تنوعاً لأجهزة التصوير المقطعي يعكس واقع التصوير، كما أنّ كل جهاز تصوير مقطعي يتضمن بروتوكولاً محدداً لتصوير فئة عمرية ما، أي إنَّ الأطفال ضمن فئة عمرية محددة جميعهم سيخضعون لمعاملات التصوير نفسها.

النتائج

أجهزة التصوير المقطعي التي شملتها الدراسة:

يتبيّن من الجدول (1) أنّ 58% من الأجهزة أحادية صفوف الكواشف، و2% متعددة الكواشف، وأنّ هناك اختلافاً كبيراً في عمر الأجهزة، إذْ إنّ 42% من الأجهزة تعود سنة تركيبها إلى ما بعد 2005، و50% تعود سنة تركيبها إلى ما بين 1997 و2005، و8% تعود إلى ما قبل 1997. علماً أنّه لم تُدرَس حالة الأجهزة، هل كانت جديدة أم مجدّدَة؟.

ووُجِدَ أنّ 58% من الأجهزة مرفقة ببرنامج للتحكم الآلي بالتعرض AEC تحت مسميات تجارية مختلفة بحسب الشركة الصانعة. وأنّ 42% من الأجهزة تعطي قيمة الجرعة الإشعاعية مباشرة على الشاشة، في حين لاتتوافر هذه الإمكانية في باقي الأجهزة.

الجدول (1) بيانات أجهزة التصوير المقطعي التي شملتها الدراسة

الرقم	الشركة الصانعة	موديل الجهاز	الجهة التابع لها	عدد صفوف الكواشف	سنة التركيب
1	GE	Sytec 3000	مركز خاص	1	1991
2	PHILIPS	Brilliance 64	وزارة التعليم العالي	64	2009
3	PICKER	PQ 5000	وزارة التعليم العالي	1	1999
4	PICKER	Xtra	وزارة الصحة	1	1994
5	SIEMENS	Somatom 64	وزارة الصحة	64	2008
6	SIEMENS	Somatom sensation 64	مشفى خاص	64	2008
7	SIEMENS	Sensation 4	مركز خاص	4	2008
8	TOSHIBA	Vision EX	وزارة التعليم العالي	1	1997
9	TOSHIBA	X Vision GX	وزارة التعليم العالي	1	1997
10	TOSHIBA	Aquilion 64	وزارة الدفاع	64	2010
11	TOSHIBA	Astieon	وزارة التعليم العالي	1	2003
12	TOSHIBA	Astieon	وزارة الصحة	1	2004

الجدول (2) عدد فحوصات التصوير المقطعي المحوسب للأطفال والبالغين سنوياً ونسبة تصوير الأطفال إلى البالغين في سورية عام 2010

المحافظة	عدد أجهزة CT	عدد فحوصات التصوير المقطعي		نسبة تصوير الأطفال(%)
		البالغين	الأطفال (y 15>)	
حلب	1	760	190	25
إدلب	1	8600	4000	47
حمص	1	11000	4000	36
حماة	1	2500	700	28
دمشق	18	62613	10926	17
السويداء	2	8500	1170	23
الرقة	1	6500	3250	50
دير الزور	2	9744	1256	13
القامشلي	1	1000	50	5
المجموع	28	111217	25542	23

نمط التصوير:

يبيّن الجدول (3) معلومات استعمال نمط التصوير المقطعي أو اللولبي للفحوصات كلّها، ففي تصوير الرأس كان استعمال التصوير المقطعي بين 36%-40% للأطفال للشرائح العمرية كلّها و55% للبالغين. ولتصوير الصدر والبطن كان استخدام نمط التصوير اللولبي 88% لمختلف الشرائح العمرية للأطفال مع ارتفاع بسيط عن البالغين 82%.

الجدول (3) نسبة (%) استخدام التصوير (مقطعي/لولبي) لمختلف أنماط التصوير والشرائح العمرية

طريقة التصوير	الرأس				
	أطفال				بالغين
العمر بالسنوات	<1	1-5	6-10	11-15	>15
مقطعي (%)	40	36	40	40	55
لولبي (%)	60	64	60	60	45
طريقة التصوير	الصدر				
	أطفال				بالغين
العمر بالسنوات	<1	1-5	6-10	11-15	>15
مقطعي (%)	12	12	12	12	18
لولبي (%)	88	88	88	88	82
طريقة التصوير	البطن				
	أطفال				بالغين
العمر بالسنوات	<1	1-5	6-10	11-15	>15
مقطعي (%)	12	12	12	12	18
لولبي (%)	88	88	88	88	82

جهد الأنبوب kV:

يلخص الجدول (4) مجالاً واسعاً من قيم الجهد المطبقة على أنبوب الأشعة بين 80 kV و150 kV المستعملة في تصوير الأطفال والبالغين، علماً أنّ الجهد الأكثر استخداماً في التصوير هو 120 kV، فعلى سبيل المثال من أجل الأطفال الذين تقل أعمارهم عن سنة اِستُخدم الجهد 120 kV في 58.3% من حالات تصوير الرأس و50% لكل من تصوير الصدر والبطن، وقيمة الجهد هذه أكبر من المطلوب.

كما توجد زيادة في استخدام قيمة الجهد 120 kV في تصوير الرأس في فئة الأطفال بين 5-10 سنوات تصل إلى 67%، وللبالغين 75%، وبالنسبة إلى تصوير الصدر والبطن بلغت النسبة 83% عند البالغين.

الجدول (4) استخدام قيم مختلفة للجهد العالي (kV) كنسبة (%) من بروتوكولات التصوير

جهد الأنبوب	الرأس				
	أطفال				بالغين
العمر بالسنوات	<1	1-5	6-10	11-15	>15
80 kV	0	0	0	0	0
90 kV	0	0	0	0	0
100 kV	25	25	8.3	25	0
110 kV	0	0	8.3	8.3	0
120 kV	**58.3**	**58.3**	**66.7**	**50**	**75**
130-150 kV	0	8.3	0	0	16.7
غير متوفر*	16.7	8.3	16.7	16.7	8.3
جهد الأنبوب	الصدر				
	أطفال				بالغين
العمر بالسنوات	<1	1-5	6-10	11-15	>15
80 kV	0	0	0	8.3	0
90 kV	0	0	0	0	0
100 kV	16.7	16.7	8.3	0	0
110 kV	0	0	0	0	0
120 kV	**50**	**50**	**50**	**50**	**83.3**
130-150 kV	0	0	8.3	8.3	8.3
غير متوفر*	33.3	33.3	33.3	33.3	8.3
جهد الأنبوب	البطن				
	أطفال				بالغين
العمر بالسنوات	<1	1-5	6-10	11-15	>15
80 kV	0	0	0	0	0
90 kV	0	0	0	0	0
100 kV	16.7	16.7	16.7	16.7	0
110 kV	0	0	0	0	0
120 kV	**50**	**50**	**50**	**50**	**83.3**
130-150 kV	0	0	0	0	8.3
غير متوفر*	33.3	33.3	33.3	33.3	8.3

* بروتوكول التصوير غير متاح لهذه الشريحة العمرية

بلغت نسبة استخدام قيم للجهد أكبر من 130 kV إلى تصوير الرأس للأطفال من 1-5 سنوات 8.3% و16.7% لتصوير الرأس للبالغين. كذلك بالنسبة إلى تصوير الصدر للأطفال بين 5-15 سنة بلغت نسبة استخدام الجهد أكبر من 130 kV 8.3%.

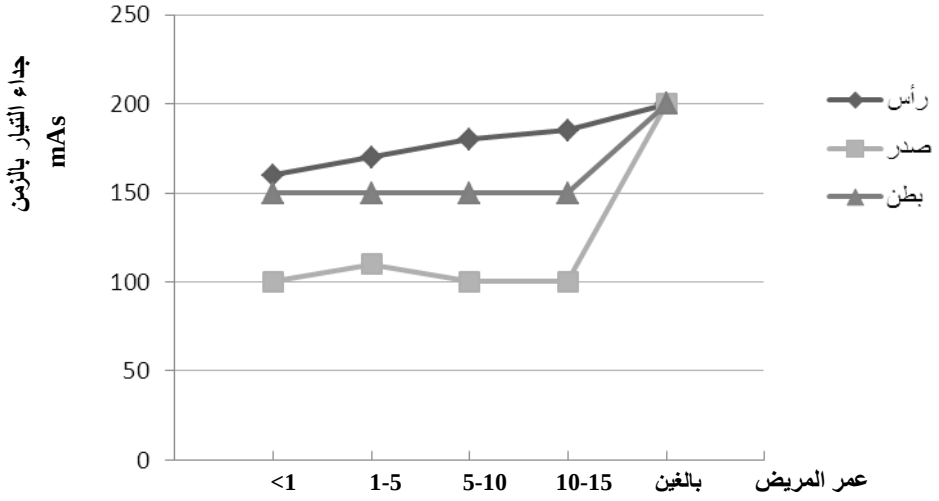
كذلك كان استخدام الجهد 100 kV بنسبة 25% إلى تصوير الرأس للأطفال أقل من <1 سنة، ومن 1-5 سنوات ومن 10-15 سنة، وبنسبة 8% للأطفال بين 5-10 سنوات، و16.7% لتصوير الصدر للأطفال أقل من <1 سنة، ومن 1-5 سنوات، و8.3% للأطفال بين 5-10 سنوات. كما استخدم الجهد 100 kV في تصوير البطن للأطفال بنسبة 16.7% لمختلف الشرائح العمرية.

بالنسبة إلى الجهود الأقل مثل 80 kV لم تُسَجّل إلا في 8.3% من حالات تصوير الصدر للأطفال بين 10-15 سنة.

لم يلاحَظ تسجيل أي حالة تصوير للبالغين بجهود أقل من 120 kV .

قيمة جداء التيار بالزمن mAs:

تقع القيمة الوسطية لجداء التيار بالزمن mAs بين 160-200 للرأس، وبين 100-200 للصدر وبين 150-200 للبطن. لوحظت زيادة في قيمة الجداء mAs بازدياد العمر لدى تصوير الرأس، في حين لوحظ ثبات في قيم الجداء mAs عند تصوير الصدر والبطن للأطفال وزيادة للبالغين (الشكل1).



الشكل (1) وسطي قيم جداء التيار بالزمن mAs المستخدم في تصوير الرأس و الصدر والبطن كتابع لعمر المريض

إنّ التيار المستخدم في أنظمة التصوير المقطعي المحوسب CT كلّها يشمل المجال 50 mA-700 mA، ويعتمد اختياره بناءً على بنية العضو الخاضع للتصوير، وعلى حجم المريض.

قيمة الخطوة Pitch:

تُعبّر الخطوة عن حاصل قسمة المسافة التي تقطعها طاولة التصوير في كل دورة لأنبوب الأشعة على سماكة الشريحة المصورة، وكانت نتيجة دراسة قيم الخطوة في معظم حالات تصوير الرأس للبالغين بين (0.6-1)، وللصدر والبطن بين (0.5-1.5) في حين أن قيمة الخطوة عند تصوير الأطفال للحالات جميعها، للأعمار كلّها تقع بين (0.5- 2).

تقييم الجرعة الإشعاعية CTDI (Computed Tomography Dose Index)

كما ذكر سابقاً فإنّ 42 % من عينة الأجهزة المدروسة لديها إمكانية الحصول على قيمة الجرعة الإشعاعية من شاشة التحكم مباشرة، أما باقي الأجهزة فقد قُيِّمتِ الجرعة باستعمال برنامج ImPACT. يوضح الجدول (5) القيمة الصغرى والعظمى والوسطى والقيمة عند 75% من المجال للجرعة الإشعاعية CTDI. كما أُجريت مقارنة للنتائج بالقيم المرجعية للجرعات الإشعاعية DRL لدراسات دولية، بريطانيا[10]، وألمانيا[11] وسويسرا[12] وفرنسا[13] ودراسة حديثة للوكالة الدولية للطاقة الذرية IAEA[1]. ودلّت مقارنة قيم الجرعات الإشعاعية في البحث بنتائج الدراسات الدولية على وجود تقارب في النتائج، لكن هذا لا يعكس وضعاً جيداً للوقاية الإشعاعية والاستخدام الأمثل لممارسة التصوير المقطعي في سورية.

توضِّح مقارنة نتائج الدراسة وجود زيادة في قيمة الجرعة الإشعاعية مترافقة مع زيادة عمر المريض في معظم الشرائح العمرية، وهي نتيجة منطقية لأنّ زيادة العمر بين 0–15 سنة تقتضي زيادة حجم المريض أي زيادة في معاملات التصوير، ومن ثمَّ زيادة في جرعة المريض، باستثناء بعض الحالات مثل تصوير الرأس للأطفال (بين 11-15) سنة كانت الجرعة الإشعاعية أصغر من تلك في الشرائح العمرية الأصغر سناً 6-10 و1-5، والسبب هو أن جهازين من أجهزة التصوير المقطعية في العينة المدروسة كانت تستعمل معاملات تصوير أقل لهذه الشريحة العمرية من الأطفال، وهما جهازان حديثان (64 شريحة)، وبصورة مغايرة كانت جرعة الصدر للأطفال 1-5 سنوات أكبر من جرعة الأطفال الأكبر سناً ومن البالغين، بسبب استعمال معاملات تصوير أكبر من باقي الشرائح العمرية، كما تُشير مقارنة نسبة القيمة العظمى بالقيمة الصغرى max/min إلى اختلاف يراوح بين 1.9 لتصوير البطن للبالغين وبين 13.7 لتصوير الصدر للأطفال بين 1-5، سنوات في حين أنّ دراسة الوكالة الدولية للطاقة الذرية تبيّن الفارق الذي يراوح بين 15 لتصوير البطن (5-10) سنوات وحتى 100 لتصوير الصدر (تحت 1 سنة) [1]، ومن جهة أخرى وصل

الاختلاف بين القيمتين العظمى والصغرى إلى 64.2 mGy، كما في تصوير الرأس للأطفال (بين 5-1 سنوات و< 1 سنة).

الجدول (5) قيم الجرعات الإشعاعية للأطفال والبالغين في سورية (القيمة الصغرى، العظمى، الوسطية، والقيمة عند 75% من المجال)، ومقارنة النتائج بدراسة الوكالة الدولية للطاقة الذرية وبسويات إرشادية لدراسات عالمية.

الصدر					الرأس						
بالغين	أطفال				بالغين	أطفال					
>15 سنة	11-15 سنة	6-10 سنوات	1-5 سنوات	<1 سنة	>15 سنة	11-15 سنة	6-10 سنوات	1-5 سنوات	<1 سنة		
6.8	1.2	1.2	1.2	1.2	9.5	14.1	14.1	14.1	14.1	min	$CTDI_{vol}$ mGy
14.7	14.2	9.2	16.4	9.7	60	55	64.4	78.3	78.3	max	
7.6	4.5	5	6.4	2.7	52.2	28.3	29.9	29.9	28.3	median	
10.2	**8.8**	**7.6**	**11.4**	**4.7**	**55**	**34.2**	**55**	**42.7**	**29.9**	**75% percentile**	
15.5	13.2	10	8.2	7	75.2	58.1	46.1	37.7	29	**75% percentile IAEA Project** [1]	
12	-	20	13	12	65	-	50	45	30	بريطانيا [10]	*DRL* CTDI mGy
	12	10	8	5		60	40	30	20	سويسرا [12]	
	6.8	4.3	2.7	1.7		60	50	40	33	ألمانيا [11]	
	-	5.5	3.5	3		-	50	40	30	فرنسا [13]	

البطن						
بالغين	أطفال					
>15 سنة	11-15 سنة	6-10 سنوات	1-5 سنوات	<1 سنة		
11.7	1.5	1.5	1.5	1.5	min	$CTDI_{vol}$ mGy
21.9	15.3	12	13.4	13.4	max	
12.5	12	8.7	4.4	6.9	mediom	
15.3	**13.1**	**11.8**	**7.6**	**9.4**	**75% percentile**	
18.2	14.3	12	13	10.7	**75% percentile IAEA Project** [1]	
14	-	30	20	20	بريطانيا	*DRL* CTDI mGy
-	16	13	9	7	سويسرا	
-	10	6.5	4	2.5	ألمانيا	
-	-	7	4.5	4	فرنسا	

أظهر تحليل نتائج قياس الجرعة زيادة قيمة CTDI للأطفال على البالغين في جهازين على الأقل في مجموعة واحدة ولنوع تصوير واحد. مثلاً في الجهاز رقم 1 كانت الجرعة الإشعاعية لتصوير الرأس للأطفال أقل من سن سنة واحدة، وبين 5-1 سنوات 78.3 mGy مقارنة مع 55 mGy للبالغين.

قُورنتْ معاملات تصوير الرأس لجهازين حديثين من الشركة الصانعة نفسها SIMENS نموذج Somatom 64 كما هو معطى في الجدول (6) إذْ يُلاحَظ تباين في قيم الجرعات الإشعاعية يراوح بين 23 mGy في تصوير البالغين، و48 mGy في تصوير الأطفال 5-0 سنوات، ويُعزى سبب هذا الاختلاف إلى قيم التيار mA، وفي حالة واحدة إلى اختلاف الجهد kV في تصوير البالغين، مع ملاحظة عدم استعمال نمط التحكم الآلي بالتعرض AEC، إنّ الغرض من مقارنة معاملات التصوير لجهازي التصوير المقطعي المتماثلين هو إيضاح ضرورة تقييم الجرعة الإشعاعية وجودة الصورة التشخيصية لكل جهاز بشكل مستقل، وعدم تعميم النتائج على باقي الأجهزة من الشركة الصانعة نفسها.

كانت إجابات المشغلِّين (أطباء وفنّيي الأشعة) بعد توجيه أسئلة لهم فيما يتعلق بممارستهم التصويرالشعاعي المقطعي ما يأتي:

أُجريت الدراسة في 12 مشفى، وقد أجاب 24 طبيباً وفني أشعة عن الأسئلة.

الجدول (6) مقارنة معاملات تصوير الرأس والجرعة الإشعاعية لجهازي تصوير 64 كاشف 1/2 SIEMENS

	العمر	CTDI (mGy)		Pitch		sec		mA		kV	
		2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
أطفال	<1	29.9	78.3	0.85	0.85	1	1	190	541	120	120
	1–5	29.9	78.3	0.85	0.85	1	1	190	541	120	120
	5–10	29.9	55	0.85	0.85	1	1	190	380	120	120
	10–15	23.6	55	0.9	0.85	1	1	250	380	100	120
بالغين	>15	78	55	0.85	0.85	1	1	401	380	140	120

عن بروتوكولات التصوير:

تتوافر بروتوكولات مخصصة لتصوير الأطفال في 75% من المشافي، كما أنّ الفني يعتمد على مؤشرات سريرية معينة فقط في 67% من الحالات.

عن إجراء صورة المسح الأولي scout:

يُجري 92% من الفنيين صورة المسح الأولي وفق المسقط AP (أمامي/خلفي) و8% AP-PA-LAT (أمامي/خلفي، خلفي/أمامي، جانبي)، إذْ يُنصح بإجراء المسح الأولي وفق المسقط PA خلفي أمامي بدلاً من الأمامي الخلفي لإنقاص الجرعة الإشعاعية التي تتعرض لها الأعضاء الحساسة (العين، والصدر، والغدة الدرقية)[14].

تصوير الرأس وتحديد زاوية ميلان القنطرة:

يُصوَّر الرأس وفق النمط التتابعي sequential في 42% من الحالات و58% وفق النمط اللولبي، وهناك دراسة تشير إلى إمكانية تخفيض الجرعة الإشعاعية الناجمة عن تصوير الرأس؛ وذلك باستخدام نمط التصوير المقطعي بدلاً من اللولبي؛ وذلك عن طريق تخفيض أثر التراكب على المحور z الذي يؤدي إلى زيادة في الجرعة[15].

وتُغيَّرُ زاوية ميلان القنطرة في 58% من الحالات بين °30-°10 وفق وضعية المريض؛ وذلك يُجنِّب تعرض عدسات العين للأشعة.

استخدام نمط تعديل التيار:

إنّ نسبة استخدام نمط التحكم الآلي بالتعرض هو 50%، في حين نسبة عدم استعماله 33% مع انعدام خاصية نمط التحكم الآلي بالتعرض في بعض الأجهزة بنسبة 8%.

استخدام واقيات البزموت:

يُنقِص استعمال واقيات البزموت الجرعة التي يتلقاها الصدر بنسبة 30% لدى التصوير الطبقي للصدر، ويخفّض جرعة العين من 20 إلى 40% لدى التصوير الطبقي للدماغ.

وهي غير مستخدمة وغير معروفة في سورية، ففي دراسة الوكالة الدولية للطاقة الذرية[1] كانت 11% من المشافي تستخدم واقيات البزموت للصدر و8% للعين.

استخدام وسائل التثبيت:

هناك عدة وسائل لتثبيت المريض في أثناء التصوير، تستخدم 92% من المشافي وسائل وأدوات متنوعة لتثبيت الطفل في أثناء التصوير، منها الأربطة، ومثبتات الرأس والاسفنج.

استخدام المُسكِّن sedation:

لوحِظ عند تصوير الأطفال دون 5 سنوات أنّ 75% من الفنيين يستخدمون المسكّن في أكثر من 50% الحالات، و25% يستخدمونه في الحالات جميعها. مع العلم أنّ 92% من الفنيين لديهم وسائل وأدوات التثبيت المناسبة لكنهم يفضلون استخدام المسكّن تجنُّباً لإعادة الصورة.

تقديم الدعم والرعاية للطفل في أثناء التصوير:

يحتاج 17% من الفنيين إلى شخص يقوم بتهدئة الطفل وتثبيته خلال التصوير داخل الغرفة في أكثر من 50% من الحالات، و67% من الفنيين بحاجة إلى دخول مساعد للطفل في أثناء التصوير في أقل من 50% من الحالات، و17% لا يحتاجون إلى المساعدة ويعتمدون على إعطاء الطفل المسكّن وعلى وسائل التثبيت المناسبة.

وتشكّل الحالات التي تحتاج إلى مساعدة نسبة 83% وتكون بمساعدة أحد الوالدين و8% بمساعدة الأطر الفنية؛ علماً أنّ نسبة ارتداء السترة الواقية من قبل أحد الوالدين داخل

غرفة التصوير يشكل نسبة 67% فقط من الحالات، في حين يضع الإطار الطبي المساعِد للمريض مقياس الجرعة الفردية في 83% من الحالات، وفي باقي الحالات يتجاهل وضع مقياس الجرعة الفردية.

حفظ سجلات الجرعة الإشعاعية:

مع توافر إمكانية تسجيل الجرعة الإشعاعية وحفظها في 42% من الأجهزة فإنّ المشافي كلّها لا تقوم بحفظ سجلات الجرعة الإشعاعية للمريض.

توافّر فيزيائي طبي في القسم:

لا تضم أقسام التصوير الإشعاعي التشخيصي جميعها فيزيائيين طبيين، والذي يقع على عاتقهم القيام بإجراءات ضبط الجودة لجهاز التصوير المقطعي، فضلاً عن حساب الجرعة الإشعاعية وتقديرها وتقديم النصائح والتوجيهات عن الوقاية الإشعاعية، وفي بعض الحالات الخاصة يتدخل في استمثال بروتوكولات التصوير الطبية، الذي يؤدي إلى نجاح منظومة العمل والوصول إلى مستوى جيد للوقاية الإشعاعية لكل من المريض والإطار الطبي على حدٍّ سواء.

وفي دراسة للوكالة الدولية للطاقة الذرية بلغت نسبة وجود الفيزيائي الطبي 15% من العينة[1]، معظمهم في دول أوربا، إذْ يوجد في القسم بشكل كلي أو جزئي أو عند الطلب.

مناقشة النتائج

أوضحت الدراسة موضوع البحث أن نسبة أجهزة التصوير المقطعي متعددة الشرائح الحديثة التي تحوي تقنيات تخفيض الجرعة الإشعاعية وعرضها على الشاشة متوافرة في 42% من المراكز والمشافي في سورية، وهذه النسبة في تزايد مستمر بسبب استبدال بالأجهزة القديمة أجهزة حديثة، وخصوصاً لدى القطّاع العام، كما أظهرت الدراسة أنّ نسبة اعتماد الفني على برامج التصوير المخصصة للأطفال 75% لكن دون إجراء أي تعديل على معاملات التعريض خصوصاً في المشافي الكبيرة، ويعود سبب ذلك إلى ضغط العمل الكبير، وإلى قصور وعي الأطر الطبية عن مخاطر التعرض للأشعة غير المبررة.

قيم الجرعة الإشعاعية ومعاملات التصوير:

أظهرت نتائج هذا البحث زيادة قيم الجرعة الإشعاعية للأطفال في 31% من الحالات عن جرعات البالغين، وفي 17% من الحالات كان البروتوكول نفسه يُطبّق على مختلف الأعمار دون مراعاة حجم المريض. هناك اختلافات كبيرة لوحِظت للفحص نفسه وللمجموعة العمرية نفسها (الجدول 5).

إنّ الانحراف المعياري لقيم الجرعة الإشعاعية لدى الأطفال للمجموعة العمرية نفسها وللفحص نفسه يراوح بين 2.8 في تصوير الصدر للأطفال دون السنة، و24.7 تصوير الرأس للأطفال بين 5-1 سنوات؛ وهذا يستلزم ضرورة مراجعة وتصحيح للإجراء التصويري.

يعود التفسير المحتمل لمثل هذه الاختلافات لعدة أسباب، منها ثبات قيم التصوير في بعض الأجهزة وعدم تغييرها وملاءمتها لحجم الطفل، وإلى عدم توافر معاملات تصوير مرجعية محليّة أو دولية لكل حالة تصوير في متناول يدي الفني يمكن الرجوع إليها، وملاءمة برنامج التصوير معها مثل معايير جودة الصورة الأوربية[16] واعتماده بالكلية على البرامج الجاهزة ضمن جهاز التصوير.

يؤدي تخفيض الجرعة بتخفيض قيمة تيار الأنبوب mA، والجهد kV، والزمن s أو زيادة قيمة الخطوة pitch إلى ضرورة إعادة تقييم مستوى الضجيج المسموح في الصورة من أجل أعراض مرضية معينة، وهذا يعني أنّ برنامج التصوير يجب ألاّ يعاير فقط من أجل حجم الجسم المصوّر، ولكن أيضاً من أجل مؤشر سريري معين[5-10,8-13-17,21]

يستخدم 17% إلى 25% من المشافي جهداً أقل من 120kV لتصوير المواليد الجدد وبنسبة أقل للأطفال الأكبر سناً، تجدر الإشارة إلى أنه لاتوجد قيم مثالية للجهد الذي يجب استعماله لكل شريحة عمرية لتصوير الأطفال، لكن وفقاً لمعايير جودة الصورة الأوربية[16] فإنّه ينبغي تخفيض الجهد المستعمل لتصوير الأطفال أقل من 15 سنة لبروتوكولات التصوير جميعها إلى مادون 120kV تبعاً لحجم الطفل، تبيّن من القياس العملي أنّ تخفيض الجهد من 120kV إلى 80kV يُخفّض الجرعة الإشعاعية بمقدار يصل إلى 60%. هناك توصية من المعايير الأوربية لجودة الصورة بإجراء التصوير المبدئي(scout) للأطفال باستعمال الجهد 80kV بدلاً من 120kV الذي من شأنه تخفيض الجرعة الإشعاعية بشكل ملحوظ[16].

إنّ استعمال المشافي في الدراسة للجهد 120kV في معظم بروتوكولات التصوير من شأنه زيادة الجرعة الإشعاعية التي يتلقاها الأطفال، وهذا مجال جيد لمحاولة الوصول إلى المستوى الأمثل عن طريق تخفيض قيمة الجهد المستخدم لتصوير الأطفال[22-26]، كانت هناك زيادة في استعمال التيار mA مع زيادة العمر للأطفال فقط في الرأس، وثبات في قيم التيار لدى تصوير الصدر والبطن، بصرف النظر عن الفارق الكبير في القيم للمجموعة العمرية نفسها.

تحوي 75 % من أجهزة التصوير برامج مخصصة لتصوير الأطفال، لكن فقط في 26% من الأجهزة يكون برنامج تصوير الأطفال مخصصاً بحسب الشرائح العمرية، والباقي يكون لشرائح الأطفال جميعهم، أي وجود برنامجين فقط: الأول لتصوير البالغين والثاني للأطفال. وفي الحالات السابقة جميعها يستخدم الفني البرنامج دون أي تعديل، وفي حال قامت

الشركة بإجراء إعادة برمجة لبرامج التصوير فإنها تقوم بهذا العمل مرة واحدة فقط بعد تركيب الجهاز في المشفى، وبإشراف مندوب الشركة الصانعة – خبير خارجي أو داخلي–.

هنا تبرز الحاجة إلى المزيد من الخبرة والتدريب في مجال إجراء التعديل لبرامج التصوير بما يحقق المستوى الأمثل من الوقاية عن طريق إنشاء مجموعة تضم خبراء في مجال الفيزياء الطبية والوقاية الإشعاعية في المجال التشخيصي الطبي برعاية هيئة الطاقة الذرية السورية وبإشرافها وبالتعاون مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية؛ مهمتها تقديم الدعم والمشورة لمقدمي الرعاية الصحية في مجال التصوير المقطعي المحوسب.

تخزين قيم الجرعة الإشعاعية وحفظها مع فهم لدلالاتها:

بيّنت هذه الدراسة أنّ قيم الجرعات الإشعاعية لا تُحفظ أبداً من قبل المشغّلين مع أنّ 42% من الأجهزة لديها إمكانية عرض قيم الجرعة، في حين النسبة العظمى من المشافي في أوربا تحفظ قيم الجرعات، والسبب أنّ التشريعات تفرض على الأجهزة وجود كل من خاصية عرض قيم الجرعة الإشعاعية وتخزينها، كذلك تُلزِم التشريعات المشغّلين إجراء تقييم دوري لجرعة المريض باستخدام الفانتومات العيارية [27].

إنّ الحاجة إلى تسجيل جرعة المريض وتتبّع الجرعة التراكمية للمريض أصبح هذه الأيام ضرورة ملحّة، خصوصاً مع إطلاق الوكالة الدولية للطاقة الذرية مشروع البطاقة الذكية Smart Card[28, 29]

الخلاصة

تُعدُّ هذه الدراسة الأولى في سورية التي تعرض أماكن الضعف والقوة في استمثال إجراءات التصوير المقطعي للأطفال، إذْ نلحظ وجود نسبة جيدة من أجهزة التصوير الحديثة التي تتضمن تقنيات تخفيض الجرعة الإشعاعية، من جهة أخرى نجد عدم استعمال نمط التحكم الآلي بالتعرض مع وجوده، كذلك لوحظ وجود اختلاف كبير في تقييم الجرعة الإشعاعية للأطفال.

أظهرت الدراسة ضرورة توافر بروتوكولات مخصصة لتصوير الأطفال في المشافي والمراكز التي تُعنى بالتصوير المقطعي للأطفال جميعها – إذْ إنّ بعض المراكز تقوم بتصوير البالغين فقط– وتأكيد استعمال هذه البروتوكولات، من جهة ثانية يجب تعديل معاملات التصوير بما يتلاءم مع حالة جسم الطفل قيد التصوير، وعدم الاكتفاء بالمعاملات المجهزة مسبقاً ضمن جهاز التصوير.

خلال الدراسة قُيّمت النتائج، ثم زُوّد أطباء الأشعة بالملاحظات والاقتراحات والإجراءات التصحيحية المطلوبة مثل: ينبغي إجراء صورة المسح الأولي للمريض (scout) وفق المسقط PA بدلاً من AP لتخفيض الجرعة الإشعاعية التي تتعرض لها الأعضاء الحساسة، واستعمال التصوير المقطعي التتابعي بدلاً من التصوير اللولبي للرأس لدى الأطفال لتخفيض جرعة الرأس، وتغيير زاوية ميلان القنطرة الذي يُجنّب تعريض عدسات العين للأشعة، واستعمال واقيات البزموت في تصوير الصدر والرأس التي تُنقِص جرعة الصدر والعين، واستعمال وسائل التثبيت المناسبة بدل استعمال المسكّن للأطفال.

هناك حاجة ماسّة لتطوير إجراءات التصوير المقطعي وتحسينه للأطفال، كما تبرز أهمية تسجيل قيم الجرعة الإشعاعية التي يتعرض لها الأطفال خلال التصوير ومتابعتها.

شـــكر

نتقدّم بالشكر الجزيل إلى كل من أسهم بتقديم التسهيلات والدعم لإنجاز هذا العمل، ونخص بالذكر الأستاذ الدكتور إبراهيم عثمان (المدير العام لهيئة الطاقة الذرية السورية)، جامعة دمشق (كلية العلوم)، ووزارة الصحة المهندس بشّار الصفدي، والمهندس عاطف بقلة، والمهندس عمار شاكر، والأستاذ خالد والي، والأطباء والفنيين في المشافي والمراكز الطبية المشاركة في الدراسة الدكتور أحمد الأحمد، والدكتور عاصم عوكر، والسيد بسّام الحمد، والسيد مازن شريف، والدكتورة وداد ميدع، والدكتور عادل شنّان، والدكتور ياسر صافي، والدكتور جمال سليمان، والمهندس أحمد الأسمر، والدكتور محمد طالب، والآنسة ناردين حنا، والدكتور محمود قوّاص.

References المراجع

1. Vassileva J, Rehani M. (2012). IAEA survey of paediatric computed tomography practice in 40 countries in Asia, Europe, Latin America and Africa: procedures and protocols. Eur Radiol 10.1007.
2. International Commission on Radiological Protection. (2001). Managing patient dose in computed tomography, ICRP Publication 87. Annals of the ICRP: 30(4). Pergamon Press, Oxford
3. Brenner, D. (2010). Should we be concerned about the rapid increase in CT usage? Rev Environ Health 25:63–68.
4. NCRP, "Ionizing radiation exposure of the population of the United States," Report No. 160, (2009).
5. D. J. Brenner, C. D. Elliston, E. J. Hall, and W. E. Berdon, "Estimated risks of radiation-induced fatal cancer from pediatric CT," Amer. J. Radiol. 176, 289–296 (2001).
6. Rehani M, Tsapaki V. (2011). Impact of the International Atomic Energy Agency (IAEA) actions on radiation protection of patients in many countries. Radiat Prot Dosimetry 147:34–37.
7. Muhogora WE, Ahmed NA, Alsuwaidi JS *et al.*, (2010). Paediatric CT examinations in 19 developing countries: frequency and radiation dose. Radiat Prot Dosimetry 140:49–58.
8. Imaging Performance Assessment of CT-Scanners Group. ImPACT CT, Patient Dosimetry Calculator v.1.04 (London: ImPACT) 2011. http://www.impactscan.org.
9. International Atomic Energy Agency,, International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, IAEA Safety Series No. 115, IAEA, Vienna (1996).
10. Shrimpton PC, Hillier MC, Lewis MA, Dunn M (2005) Doses from computed tomography (CT) examinations in the UK-2003 review; NRPB-W67. UK Health Protection Agency
11. Galanski M, Nagel HD, Stamm G. (2007). Paediatric CT exposure practice in the federal republic of Germany: results of a nationwide survey in 2005–2006. Medizinische Hochschule, Hannover.
12. Verdun FR, Gutierrez D, Vader JP et al., (2008). CT radiation dose in children: a survey to establish age-based diagnostic reference levels in Switzerland. Eur Radiol 18:1980–1986.
13. Brisse HJ, Aubert B. (2009). CT exposure from pediatric MDCT: results from the 2007–2008 SFIPP/ISRN survey. J Radiol 90:207–215
14. Strauss KJ, Goske MJ, Kaste SC et al., (2010). Image gently: ten steps you can take to optimize image quality and lower CT dose for pediatric patients. AJR Am J Roentgenol 194:868–873.
15. The effect of z overscanning on radiation burden of pediatric patients undergoing head CT with multidetector scanners: A Monte Carlo study, Med. Phys. Volume 33, Issue 7, pp. 2472-2478 (July 2006)
16. Grimshaw J, Needham G. Referral Guidelines For Imaging. European Commission, Radiation Protection 118, update Mars 2008.

17. Singh, S., Kalra, MK., Moore, MA., *et al.*, (2009). Dose reduction and compliance with pediatric CT protocols adapted to patient size, clinical indication, and number of prior studies. Radiology 252:200–208.
18. Vock P, Wolf R. (2007). Dose optimization and reduction in CT of children. In: Radiation dose from adult and pediatric multidetector computed tomography. Springer, Heidelberg, pp 223–236.
19. Boone, JM., Geraghty, EM., Seibert, JA., Wootton-Gorges, SL. (2003). Dose reduction in pediatric CT: a rational approach. Radiology 228:352–360
20. McCollough CH, Bruesewitz MR, Kofler JM Jr. (2006). CT dose reduction and dose management tools: overview of available options. Radiographics 26:503–512.
21. International Commission on Radiological Protection. (2007). Managing patient dose in multi-detector computed tomography (MDCT), ICRP Publication 102. Annals of the ICRP: 37(1). Pergamon Press, Oxford
22. Huda W, Vance A. (2007). Patient radiation doses from adult and pediatric CT. AJR Am J Radiol 188:540–546
23. Funama, Y., Awai, K., Nakayama, Y. *et al.*, (2005). Radiation dose reduction without degradation of low-contrast detectability at abdominal multisection CT with a low-tube voltage technique: phantom study. Radiology 237:905–910
24. Paul J, Abada HT, Sigal-Cinqualbre A. (2004). Should Lowkilovoltage chest CT protocols be the rule for pediatric patients? AJR Am J Roentgenol 183:1172.
25. Siegel MJ, Schmidt B, Bradley D, Suess C, Hildebolt C. (2004). Radiation dose and image quality in pediatric CT: effect of technical factors and phantom size and shape. Radiology 233:515–522
26. Sigal-Cinqualbre AB, Hennequin R, Abada HT, Chen X, Paul JF. (2004). Low-kilovoltage multi-detector row chest CT in adults: feasibility and effect on image quality and iodine dose. Radiology 234:169–174
27. Council Directive 97/43/Euratom of 30 June 1997 on health protection of individuals against the dangers of ionizing radiation in relation to medical exposure, and repealing Directive 84/466/ EURATOM. Off J L-180 of 09.07.1997, 22.
28. Rehani, M, Frush, D. (2010). Tracking radiation exposure of patients. Lancet 376:754–755.
29. Rehani, M, Frush, D. (2011). Patient exposure tracking: the IAEA smart card project. Radiat Prot Dosimetry 147:314–316.