

# تقييم توزيع الجرعة الإشعاعية الممتصة في الأعضاء الداخلية لجسم الإنسان البالغ أثناء التصوير المحوسب باستخدام النموذج MIRD 5

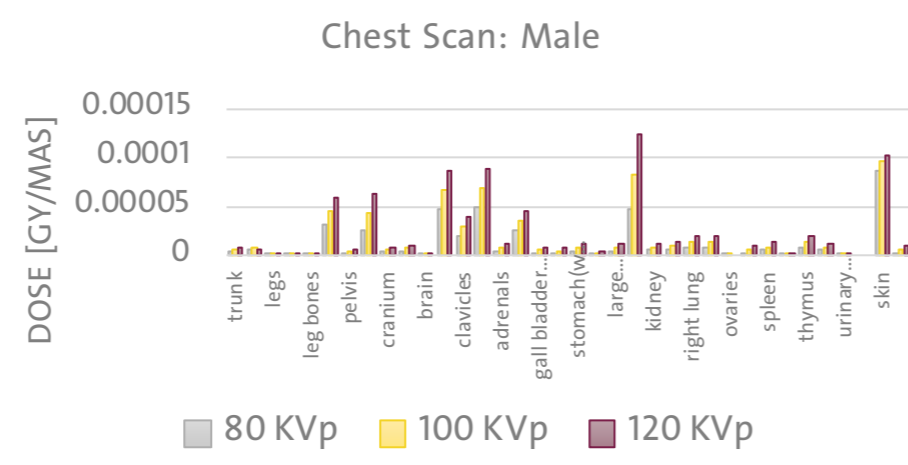
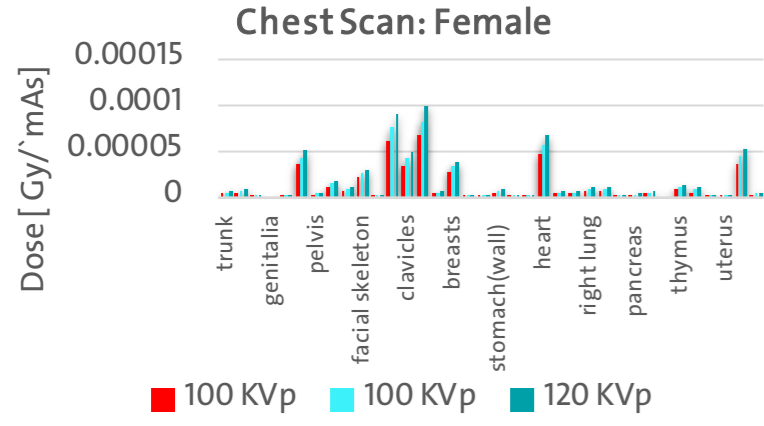
Evaluate the distribution of absorbed radiation dose in the internal organs of the adult human body during Computed Tomography using the MIRD5 phantom

إعداد: م. عائشه العلي الجوار

الدكتور المشرف المشارك: أ. د. نقولا أبو عيسى

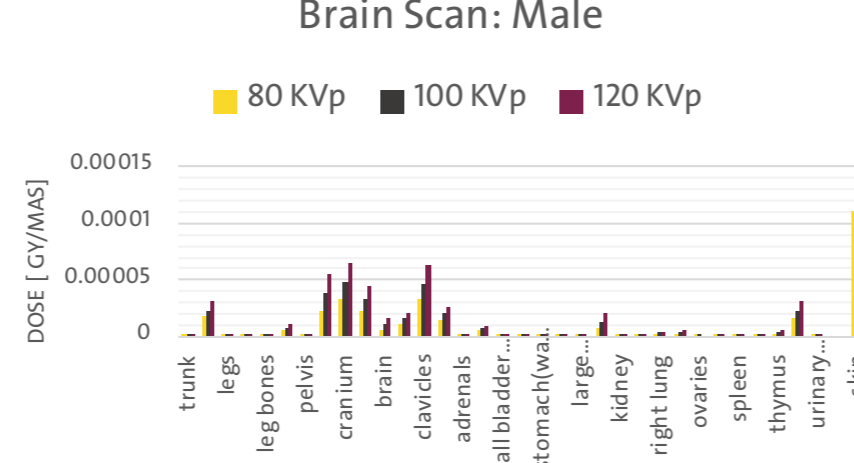
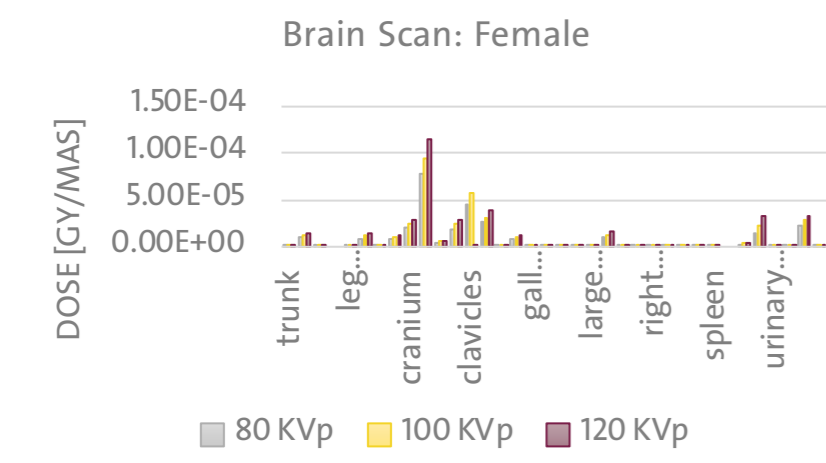
الدكتور المشرف: أ. د. م. هاني عماشة

## النتائج والمناقشة



الشكل (2): الجرعة الممتصة في الأعضاء الداخلية للمرأة البالغة عند تصوير الصدر للجهود (80 KVP, 100 KVP, 120 KVP)

الشكل (1): الجرعة الممتصة في الأعضاء الداخلية للرجل البالغ عند تصوير الصدر للجهود (80 KVP, 100 KVP, 120 KVP)



الشكل (4): الجرعة الممتصة في الأعضاء الداخلية للمرأة البالغة عند تصوير الدماغ للجهود (80 KVP, 100 KVP, 120 KVP)

الشكل (3): الجرعة الممتصة في الأعضاء الداخلية للرجل البالغ عند تصوير الدماغ للجهود (80 KVP, 100 KVP, 120 KVP)

عند إيجاد معامل الارتباط الخطي بين قيم الجرعة عند كل جهد، كانت قيم معامل الارتباط موجبة وقريبة من 1، وبالتالي العلاقة طردية بين قيم الجرعة والجهد.

بالنسبة لنموذج الرجل أثناء تصوير الصدر نجد:

$$D_{120} = 1.5 \times D_{100}$$

$$D_{120} = 2 \times D_{80}$$

أما بالنسبة لنموذج المرأة أثناء تصوير الصدر نجد:

$$D_{120} = 1.2 \times D_{100}$$

$$D_{120} = 1.5 \times D_{80}$$

بالنسبة لنموذج الرجل أثناء تصوير الدماغ نجد:

$$D_{120} = 1.4 \times D_{100}$$

$$D_{120} = 2.5 \times D_{80}$$

أما بالنسبة لنموذج المرأة أثناء تصوير الدماغ نجد:

$$D_{120} = 1.1 \times D_{100}$$

$$D_{120} = 1.45 \times D_{80}$$

عند مقارنة قيم الجرعة بين الرجل والمرأة في تصوير الصدر:

$$D_{120M} = 0.7 \times D_{120F}, D_{100M} = 0.8 \times D_{100F}, D_{80M} = 1.1 \times D_{80F}$$

عند مقارنة قيم الجرعة لجميع الأعضاء (ما عدا طبقة الجلد) بين الرجل والمرأة في تصوير الدماغ:

$$D_{120M} \approx D_{120F}, D_{100M} = 1.1 \times D_{100F}, D_{80M} = 1.3 \times D_{80F}$$

أي أنه في تصوير الصدر تكون قيم الجرعة للرجل أكبر من المرأة (لاختلاف حجم الأعضاء المعرضة لها الأشعة).

بينما في حالة تصوير الدماغ، تكون القيم متقاربة من بعضها (لا يوجد اختلاف كبير في حجم الأعضاء المعرضة للتصوير).

## المراجع

- Liang, Q. (2013). A dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy: Patient-specific CT dose determination from CT images using Monte Carlo simulations (Master's thesis, University of Wisconsin-Madison). University of Wisconsin-Madison.
- Webmaster, K. (2021, November 10). Learn Visual Basic 6.0. Kidware Software. Retrieved September 21, 2022, from <https://www.kidwaresoftware.com/visual-basic>
- Willis, T., & Newsome, B. (2008). Beginning Microsoft visual basic 2008. Retrieved September 21, 2022, from <https://www.amazon.com/Beginning-Microsoft-Visual-Basic-2008/dp/0470191341>
- J. K. Shultis, R. E. Faw. (2010). An MCNP Primer. Dept. of Mechanical and Nuclear Engineering Kansas State University Manhattan, KS 66506 (Revised November 2, 2010).
- Briesmeister, J. F. (1993). *Mcnp: A general Monte Carlo N: Particle transport code: Version 4A*. Los Alamos National Laboratory.
- Prins, R. D. (2011). *Effective dose estimation for U.S. Army soldiers undergoing multiple computed tomography scans* (Unpublished master's thesis). COLUMBIA UNIVERSITY.
- Kopp, M., Loewe, T., Wuest, W., Brand, M., Wetzl, M., Nitsch, W., . . . May, M. (2020). Individual calculation of effective dose and risk of malignancy based on Monte Carlo simulations after whole body computed tomography. *Scientific Reports*, 10(1). doi:10.1038/s41598-020-66366-2
- Maziar, A., Paydar, R., Azadbakht, G., & Shahbazi-Gahreuei, D. (2019). Estimation of absorbed dose of the thyroid gland in patients undergoing 64-slice head computed tomography and comparison the results with impact software and Computed Tomography scan dose index. *Journal of Medical Signals & Sensors*, 9(3), 190. doi:10.4103/jmss.jmss\_40\_18
- Ljungberg, M., & Dewaraja, Y. K. (2022). The use of Monte Carlo simulations to evaluate image-based absorbed dose calculation procedures. *Monte Carlo Calculations in Nuclear Medicine (Second Edition)*. doi:10.1088/978-0-7503-2694-0ch20
- Y I Binta, S Suryani, and B Abdullah. (2020). The comparison of Size-Specific Dose Estimate (SSDE) in chest CT examination calculated based on volumetric CT Dose Index (CTDIvol) reference phantom and Dose Length Product (DLP). The 2-nd International Seminar on Science and Technology 2020 (ISST-2) 2020. *Journal of Physics: Conference Series*: 1763 (2021) 012065.
- De Mattia, C., Campanaro, F., Rottoli, F., Colombo, P. E., Pola, A., Vanzulli, A., & Torresin, A. (2020). Patient organ and effective dose estimation in CT: Comparison of four software applications. *European Radiology Experimental*, 4(1). doi:10.1186/s41747-019-0130-5

## الملخص

على الرغم من كثرة الدراسات المستعملة لتقدير التعرض الإشعاعي الناتج عن أجهزة التصوير المحوسب CT مثل دليل الجرعة الحجمي CTDIvol، وجراء الجرعة طول DLP التي تصف الخرج الإشعاعي لجهاز التصوير، لكنها غير قادرة على توصيف الجرعة التي يتلقاها كل مريض بصورة إفرادية.

في هذا البحث، أولاً تم تطوير نموذج رياضي لجسم الإنسان البالغ (رجل، امرأة)، باستخدام المعادلات الواصفة لكل عضو وذلك على طريقة مونتني كارلو في المحاكاة باستخدام البرنامج MCNP.

ثم توصيف مصدر الأشعة السينية في جهاز التصوير المحوسب CT عند الجهود Kvp (80, 100, 120) بحالتي تصوير الصدر وتصور الدماغ، وبالاعتماد على ما سبق؛ تم حساب الجرعة الممتصة في الأعضاء الداخلية لجسم الإنسان.

وأخيراً، تم تصميم قاعدة بيانات للجرعة الممتصة تمكن الطبيب من التنبؤ بكمية الجرعة الممتصة عند كل بروتوكول تصوير.

يُظهر البحث بأن الجرعة الممتصة تزداد بازدياد جهد أنبوبية الأشعة السينية، وأن الجرعة الممتصة للرجل تكون أكبر منها في المرأة وذلك لاختلاف حجم الأعضاء بينهما.

## القسم النظري

هناك عددٌ من المنشورات والأبحاث التي تشير إلى عدم استيعاد مسؤولية أجهزة التصوير عن الزيادة في خطر الإصابة بمرض السرطان، ففي العام 2009 نشر في الولايات المتحدة الأمريكية بحثان أشار فيهما إلى أن الاستعمال المتزايد لأجهزة التصوير المحوسب تؤدي إلى وفاة عشرات الآلاف سنوياً نتيجة للإصابة بالسرطان.

أصبحت الجرعة الإشعاعية للأشعة السينية الناتجة عن أجهزة التصوير المحوسب موضوع هام وتم التطرق له في عدة دراسات وذلك نتيجة الأعداد الكبيرة للفحوصات المنجزة باستخدام هذه الأجهزة حول العالم [2]. ووفقاً للدراسة عدد فحوصات التصوير المحوسب السنوية في الولايات المتحدة ارتفعت من 2.8 مليون فحص سنوياً عام 1981 إلى 20 مليون فحص سنوياً عام 1995 إلى 62 مليون فحص سنوياً عام 2007، وفي ألمانيا في الفترة بين 1996 حتى 2012 فإن الجرعة الفعالة السنوية الناتجة عن فحوصات التصوير المحوسب بلغت الضعف، وزادت عدد الفحوصات في إيطاليا في الفترة بين 2004 و 2014 بمقدار 39% لكل 1000 نسمة [2]. حيث تتجاوز الجرعة الناتجة عن فحص الـ CT بكثير الجرعة الناتجة عن الفحوصات التقليدية، حيث تبلغ جرعة الأعضاء الواقعة ضمن منطقة الفحص حوالي 15 mSv عند البالغين 30 mSv لحديثي الولادة

حتى الوقت الحالي قُدمت عدة تطبيقات حاسوبية لحساب جرعة الأعضاء في التصوير المحوسب وكل منها يختلف عن الآخر باختلاف الفانتوم المستخدم، الخوارزميات المعتمدة في الحساب، والجهاز المرجعي المعتمد.

## القسم العملي

استعملت في هذا البحث طرائق مونتني كارلو؛ ممثلة بالكود MCNP والفانتوم الرياضي MIRD5 لكل من الرجل البالغ والمرأة البالغة بهدف نمذجة جسم الإنسان البالغ ومصدر الأشعة السينية وبالتالي حساب توزيع الجرعة في الأعضاء المختلفة من جسم الإنسان.

كما استعمل برنامج الفيجوال Microsoft Visual Studio 2008؛ بهدف إنشاء قاعدة بيانات خاصة بنتائج الدراسة.

تم تحقيق جميع أهداف الدراسة بدءاً من التعلم على برنامج MCNP، والتمثيل الرياضي لجسم الإنسان البالغ حسب الفانتوم المستخدم، وإدخال المعادلات الرياضية إلى البرنامج، والحصول على نموذجي لجسم الإنسان (المرأة والرجل).

وتم تحقيق تمثيل لمصدر الأشعة السينية باستخدام البرنامج المذكور، وعند إجراء عملية المحاكاة تم الحصول على النتائج الواردة والمتفقة مع الدراسات المرجعية.