تحسين أداء المنظومات الليزرية الخاصة بتحديد مركز الورم السرطاني في التنظير والمعالجة

فواز سيوف*

موسى كريم** **فراس الجرف*****

الملخص

خلفية البحث وهدفه: يعلق مرضى الأورام آمالاً كبيرة على المعالجة بالمواد المشعة والمسرعات، وتسعى الدول إلى امتلاك هذه التقانات وإتقان التعامل معها للتخفيف من معاناة المرضى من المواطنين تحتاج معالجة الأورام بالمسرعات الإلكترونية إلى ضبط عالي الدقة لمكان الورم، وتتضافر من أجل ذلك عدة علوم وتقانات وآليات للحصول على أفضل النتائج، والمنظومة بمجملها كبيرة ومتعددة المراحل، كما سنرى في الفقرات القادمة.

وللمعالجة بالأشعة محاذير متعدّدة أهمها الخوف من تلقي الأجزاء السليمة جرعات ضارة من المواد المشعة أو الإلكترونات السريعة، ولذلك يقوم الفنيون والفيزيائيون في مراكز المعالجة بضبط إحداثيات الورم، وتثبيت ذلك بما يساعد الطبيب المعالج على تنفيذ المعالجة بأقل الأضرار الجانبية.

مواد البحث وطرائقه: من تلك المنظومات الملحقة ثلاثة ليزرات ضبط تستعمل في المحاكي، وثلاثة أخرى تستعمل في المسرع الالكتروني، تحدد إحداثيات الورم على قناع مناسب لكل مريض، ويُعاد الضبط قبل كل جلسة معالجة بالأشعة، وتحدد الانزياحات للتعامل معها في أثناء المعالجة، ومع ذلك فإن أخطاء هذه الطريقة ما زالت كبيرة نسبة إلى أبعاد الورم وقطر حزمة المعالجة.

راقب فريق البحث طريقة ضبط الإحداثيات، وحَدَّدَ أماكن الخلل ونسبة الخطأ، ثم اقترح الباحثون طريقة جديدة لضبط الإحداثيات تقلل من نسبة الخطأ وتزيد من وثوقية المعالجة، تقوم على استخدام حساسات خاصة تُوَزَّعُ في نقاط الضبط عوضاً عن العلامات على القناع، وترتبط الحساسات مع برنامج مراقبة وتحكم بأوقات فتح الجرعة الإشعاعية أو الحزمة الإلكترونية.

النتائج

اِستُنْتِجَ من هذا البحث، خلال التجربة الميدانية على المرضى في الطبقي المحوري كبداية، أن هناك انزياحات تطرأ يمكن تصنيفها بحدود 1mm، كذلك هناك انزياحات تطرأ في الطبقي المحوري والمحاكي قد تصل إلى 3mm، كذلك هناك ارتياب في أثناء المعالجة في المسرع الالكتروني، يجري تلافيها بواسطة جهاز ال Portal Image

وبالاطلاع على الارتيابات المقبولة في منشورات الوكالة الدولية للطاقة الذرية IAEA تبيّن أنَّ ما حصلنا عليه بالتجريب في أرض الواقع كبير، لذا لابُدَّ من أخذه الحسبان واقتراح الحلول.

* أستاذ –قسم فيزياء وتقانة الليزر– المعهد العالي لبحوث الليزر وتطبيقاته.

** قسم الفيزيائي الطبية –مستشفى البيروني الجامعي– سورية.

*** ماجستير تأهيل وتخصص تطبيقات الليزر في الطب– جامعة دمشق.

Improving the Laser Specialized Systemic Performance for Identifying Tumor Centre for Diagnosis and Treatment

Fawaz Saiof*

Moussa Krayem** **Feras Al Jerf*****

Abstract

The aim of this research is measuring the errors tolerance during identification the tumor centre of conventional laser beam centering technique, in different stages of radiotherapy and diagnosis, starting from CT scanner to TPS, treatment planning system , to simulator ending up in applying treatment on accelerator.

In each stages mentioned above, there are three laser beams come together to determine a virtual centre that matched actual tumor centre.

The coordinate principle must be verified with alignment of the tomography plane isocentre, and if the CT positioning laser is out of tolerance, no patients for radiotherapy treatment planning or simulator should be examined until the source of errors has been determined and corrected. That means , in radiotherapy application, it is most commonly required that the CT scanner be equipped verifing laser beam. this ensure that scanned patient geometry can be accurately reproduced on treatment machine.

Usually, marks are fixed on each patient `mask to adjust the position , appropriate of each patient, and re-tuning during the diagnosis and treatment process, whereas the laser beam is applied on the marks.

The researchers team notice the tuning method coordinates in locating defecting error rate , yet they suggest a new way to adjust and reduce the errors rate and increase the reliability of the treatment , based on replacing marks with special sensors, distributed in the control points.

* Higher Institute for Laser, Damascus University.

** Albairouni University Hospital, Damascus University.

*** Damascus University.

مقدمة:

إن هدف المعالجة الإشعاعية هو تحقيق جرعة إشعاعية متجانسة الشدة على الكتلة السرطانية المتوضعة داخل الجسم البشري، مع شرط جوهري هو أن تكون الجرعة الممتصة بالنسبة إلى الأعضاء السليمة المجاورة إلى الكتلة السرطانية، أو التي هي على منحى مسار الأشعة أو بجواره بالحدود الدنيا المبررة .[1]

وموضوع الدراسة هو الارتيابات التي تطرأ في تنظير الورم السرطاني، ومعالجته، وبالأخص عند تحديد مركز الورم السرطاني باستخدام أشعة الليزر. ويتغير مركز الورم بسبب عدّة معاملات، منها ما هو تابع للمريض (الحركات العشوائية أو الحركات اللا إرادية مثل التنفس في سرطان الرئة)، ومنها ما هو خارجي (التغيير الذي يطرأ على شعاع الليزر نفسه)، أو تغييرات في رأس الأشعة للمسرع الالكتروني أو المحاكي، أوفي الطبقي المحوري .

ومثالاً على أهمية ضبط التغييرات، نلاحظ في غرفة المعالجة الإشعاعية في المسرع الالكتروني، أن المريض يتعرض لعدة جلسات إشعاعية قد تصل إلى عشر جلسات وفي بعض الأحيان إلى عشرين أو ثلاثين جلسة، طبقا لرأي الطبيب المعالج في موضوع قتل الخلايا السرطانية التي ربما تعود وتنمو من جديد، فلا بدّ أن تكون الأشعة مطابقة لما قبلها؛ و إلا تعرض الجسم لكمية أشعة غير مرغوب فيها، أو بالأصح غير مبررة من ناحية المعالجة الإشعاعية والوقاية من الإشعاع. مع الأخذ بالحسبان أن البحث هذا حدد نسبة الارتيابات في فقرات المعالجة الإشعاعية والكشف عن الورم التي لا تضاف إلى نسبة الارتياب المسموح به. وبالدراسة الدقيقة والمتأنية لوضع الليزر في غرفة المسرع الإلكتروني، وعطفاً على منشورات وكالة الطاقة الدولية ولاسيّما المنشور رقم 298، وكذلك المنظمة الأمريكية للفيزياء الطبية AAPM، نلاحظ أنه وُضِعَتْ حدود لتغيرات الليزر بحيث لا يجوز أن يتجاوز الارتياب 2 ميليميتر في الاتجاهات الثلاثة .[2]

يجري العلاج الإشعاعي الخارجي في مستشفى البيروني الجامعي في دمشق بواسطة نوعين من الأجهزة: الأول هو الكوبالت 60، والثاني المسرع الالكتروني عالي الطاقة، الذي يصدر حزماً عالية الطاقة من الالكترونات والفوتونات. كذلك اختير عدد من الحالات المتماثلة من المرضى المراجعين، خمسون حالة، وتُوبِعَتْ عملية تحديد مراكز المعالجة ودقتها، ومن ملاحظة تفاصيل العمليات ونتائجها جرت محاولة اقتراح طريقة جديدة لضبط العملية. وذلك دون إهمال مراقبة عمليات ضبط الأجهزة المتبعة دورياً من إدارة المشفى الموجود في مستشفى البيروني الجامعي في دمشق.

المشكلة العلمية :

تتكرر المعالجة بتواتر كبيرٍ، غير مرة وفق تقدير الطبيب المعالج، فيمر المريض كل مرة على جهاز المحاكي إذْ يأخذ المريض جرعة من الأشعة السينية غير المحسوبة وفي أماكن غير مضبوطة إلى أن يُقَدَّرَ ويُنَفَّذَ الانزياح في الإحداثيات، وفي المرحلة الأخيرة أيضاً وضمن زمن المعالجة تحدث حركات صغيرة في جسم المريض داخل قناعه، أو يحدث خلل في إشعاع الليزر؛ ممَّا يعرّض الأجزاء السليمة القريبة من الورم إلى أذيات إشعاعية غير محسوبة، ولها مضاعفات عدَّة في الحالة العامة .

ولضبط هذه الحالة أصدرت المنظمات العالمية تعليمات وآليات عمل لتقليل الأخطاء والجرعات الإشعاعية على جسم المريض، مثلا يُشير تقرير الجمعية الأمريكية للفيزياء الطبية AAPM رقم 40 إلى طلب معايرة يومية للأجهزة ووضع الإشارات على القناع البلاستيكي (كما يوضح الشكل (1) مع المطابقة مع مبدأ إحداثيات الورم، وكذلك التوصيات الموزعة بدوريات لجنة:

IEC (International Electromechanical Commission) وأشهرها المنشور رقم (IEC 6060-2-1 D.B)، بقولهم: "إن استخدام المسرعات الإلكترونية من أجل المعالجة الإشعاعية يُعرّض المريض إلى جرعات من الأشعة الإضافية إذا كان هناك خلل ميكانيكي أو كهربائي في هذه الأجهزة".

ونَشَرَتَ الوكالة الدولية للطاقة الذرية IAEA تعليمات الوقاية الإشعاعية في مثل هذه الأجهزة بمنظومة يطلقون عليها اسم ALARA (As Low as Reseanobly Achievable).

ومن الوثائق المفترض أن تكون موجودة في إضبارة كل مريض (جدول ضبط الجودة في التنظير والمعالجة الإشعاعية) للمسرع والمحاكي، ويُذكر فيه ملحقات المعالجة من أدوات الأمان والكاميرات والحمايات، وفيه أيضاً تقدير للارتياب.[3]

المسرع الخطي:

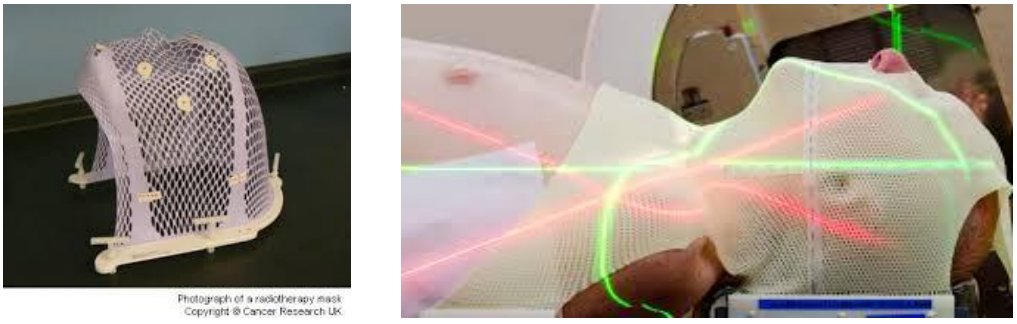
تتسارع الالكترونات في المسرع الخطي بين المصعد والمهبط بتأثير حقل كهربائي شديد، وتصل الطاقة الحركية للحزمة الالكترونية إلى مئات الكيلو فولط.[4] تخرج الأشعة من المسرع (أو منبع الكوبالت – 60) على صورة حزمة لها أبعاد سطح المقطع، وليست نقطية، ولذلك يجب تجميع الأشعة ليكون مقطعها مناسباً للمسقط العرضي للورم، ومن هنا يواجه المعالج والفني مهمة صعبة متأثراً بعدة عوامل رئيسة:

1 – عدم نقطية حزمة الأشعة .

2 – ضرورة غمر مجسم الورم بالأشعة .

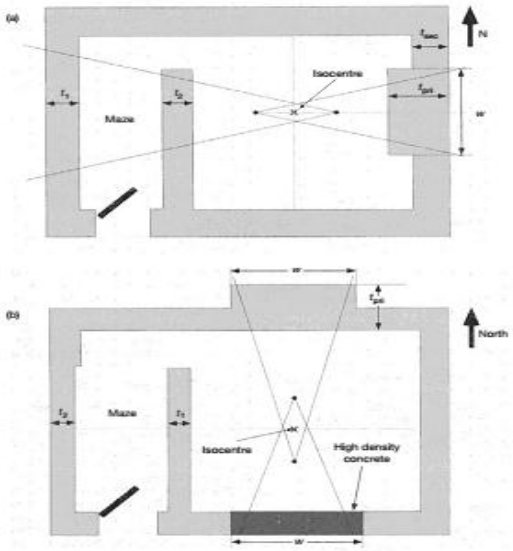
3 – ضرورة تحديد مركز الورم وضبطه لمعالجة واحدة ولعدة جلسات .

4 – يتغير مركز الورم بين الجلسات، لتغير وزن المريض، أو لتغير عاداته التنفسية، وما شابه ذلك.



شكل(1): وضع الإشارات على القناع البلاستيكي التي تتطابق مع أشعة الليزر في مرحلة المحاكي..

إذاً نستنتج أن أي وضعية للمريض والعلامات على القناع والتطابق مع شعاع الليزر في منتهى الأهمية من حيث إعادة إنتاجها في المعالجات المتعددة، وهذا يقودنا أيضاً إلى أن مطابقة أشعة الليزر في الهواء على مركز الحزمة Isocentre (من دون وجود مريض)، وعلى مبدأ الإحداثيات z، y ، x وعلى مركز الورم هي حجر الأساس في المعاجلة الإشعاعية، ويجب التحقق منها يومياً. يبيّن الشكل (2) مبدأ إحداثيات غرفة المعالجة، والشكل (3) مركز إحداثيات الطبقي المحوري.

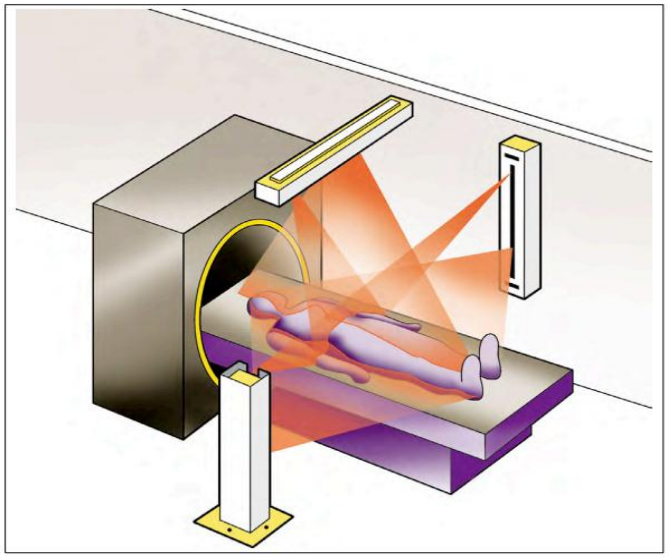


الشكل(2): تعيين مركز الحزمة ضمن غرفة المسرع الالكتروني.

وتضبط عملية المعالجة في المسرع الالكتروني على ثلاث مراحل:

1 – تحديد موضع الورم ومركزه في الطبقي المحوري CT يرتبط بعمل جهاز الطبقي المحوري منظومة ضبط إحداثيات ليزرية يوضحها الشكل (3)، وهي ليزر مثبت على الحائط، وليزر على جهاز الطبقي المحوري نفسه. وتخرج أشعة الليزر مستوية وتتقاطع في نقطة يسجلها الفني قبل بدء التصوير، وتعدُّ النقطة مبدأ الصفر الذي يضبط برنامج الطبقي المحوري تسلسل الصور (الشرائح) بالنسبة إليه.

وتوضع إشارات على جسم المريض مطابقة لأشعة الليزر المحددة، وهي تشكل مبدأ إحداثيات الطبقي المحوري فقط.



الشكل (3): اتجاهات شعاع الليزر في الطبقي المحوري لتحديد مركز الإحداثيات.

وتستخدم علامات الإحداثيات في حال المعالجة ثنائية البعد D2، أمَّا إذا قرر الطبيب المعالج تطوير العلاج إلى ثلاثي البعد D3 فنحتاج إلى مراحل ضبط إضافية.

2 – المحاكي:

تُنقل معلومات الطبقي المحوري إلى جهاز آخر اسمه المحاكي simulator يقوم بتصوير آني بأشعة X– لشكل الورم على شكل D2، ثم يُوضَعُ مركز للورم من قبل الفنيين والأطباء والفيزيائيين. وتجرى عملية إزاحة (shift) لمركز الورم المحدد من الطبقي المحوري إلى مركز جديد مقترح في مرحلة المحاك، وتوضع إشارات على أقنعة بلاستيكية كما يبيّن الشكل (1)، وفي هذه المرحلة تستخدم منظومة ضبط إحداثيات ليزرية أخرى، وبعد كل تصحيح يقوم الطاقم بإزاحة المريض على الطاولة بحيث تتطابق الإشارات مع مركز الورم الذي حُدِّدَ في غرفة المراقبة.

وتجري هذه الإزاحة الأوتوماتيكية بناءً على معطيات ضمن الحاسوب الخاص بجهاز المحاكي معتمداً على مركز لقاء الليزرات الثلاثة x y z ؛ لذلك وبناءً على الاقتراح الجديد للمركز يتحرك الجهاز على هذا الأساس. ومن المهم ذكره أن هذه العملية تتطلب عدداً لا بأس به من الصور الإشعاعية التي تزيد من الجرعة الإشعاعية للمريض.

3 – المطابقة مع شعاع ليزرات المسرع الالكتروني في المعالجة:

تبدأ هذه المرحلة بعد وضع إشارات على القناع بواسطة ثلاثة ليزرات تتطابق في مبدأ إحداثيات الورم. وهذه الليزرات لها ارتيابات تضبط معايرتها يومياً "انظر التقرير رقم 40 من الجمعية الأمريكية للفيزياء الطبية AAPM "[6].

تُدْرَسُ خطة المعالجة بواسطة حاسوب وبرامج خاصة، اسم البرنامج TPS، وهو المستخدم في مستشفى البيروني؛ مع العلم أن ليزرات ضبط مركز الورم في مرحلة المحاكي في مستشفى البيروني بدمشق من نوع Varian.

يدخل المريض غرفة المعاجلة في هذه المرحلة، وتُشَغَّلُ ليزرات ضبط مبدأ الإحداثيات المتوضعة على الحائط والسقف بغرض تأمين نقطة مبدأ الإحداثيات المطابقة لما دُرِسَ في TPS والمحاكي.

إن موضوع التغييرات التي يمكن حدوثها في منظومة شعاع الليزر وما تضيفه إلى الارتياب، في حين أن أجهزة الليزر الحديثة، التي تركّب ضمن غرف المعالجة الإشعاعية مزودة –غالباً كما في الشكل (4)– بآلية ميكانيكية لضبط اتجاه شعاع الليزر؛ ممَّا يقلل من الارتياب فيها.

الشكل (4): تطابق شعاع الليزر مع الإشارات الموضوعة على القناع.

منهجية البحث والأدوات المستخدمة:

وُضِعَتِ المنهجية البحثية الآتية لتقدير الارتيابات الحاصلة في منظومات ضبط الإحداثيات ومركز الورم:

أولاً: المواد المستخدمة:

– جهاز المسرع الالكتروني. linac-varian

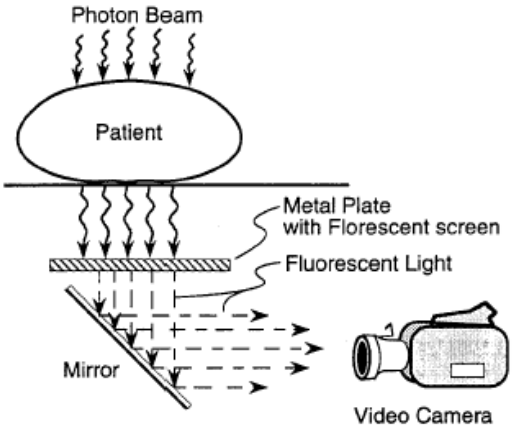
أجريت الدراسة على المسرع الالكتروني المركب في مستشفى البيروني الجامعي المخصص لمعالجة مرضى السرطان.

يقوم الجهاز بتسريع حزم من الالكترونات، وهي بدورها تصطدم بصفيحة معدنية، وتصدر أشعة X عالية الطاقة 6، 8، 12، 16، 24 MeV .

إن اتجاه أشعة X الصادرة عن الصفيحة المعدنية واتجاه الالكترونات التي تصطدم بها واحدة.

ثانياً: جهاز التصوير في أثناء المعالجة: Portal Vision

زُوِّدَ جهاز المعالجة الإشعاعية في مشفى البيروني الجامعي بجهاز التصوير هذا؛ وذلك بهدف التأكد من وضعية المريض، أو بالأصح الورم، وتطابق الحزمة الإشعاعية مع إحداقيات الليزر. الشكل رقم(5).



شكل(5) يوضح طريقة عمل جهاز ال Portal Image

شكل(6) يوضح هذا الشكل وضع جهاز ال Portal Image مع جهاز المسرع الالكتروني

ثالثاً: المنهجية:

اختيرت **50 حالة** من مرضى **الورم الدماغي** للدراسة من قسم العلاج الشعاعي بمشفى البيروني الجامعي خلال عام 2014– **نوع العينة:** عينة غير احتمالية، متيسرة.

والأورام الآنفة الذكر ستخضع لمعالجة ثلاثية الأبعاد التي تتطلب ضبط تغيرات مركز الورم (x،y،z) بأشعة ليزر خارجية.

الصفات المميزة للمرضى:	
متوسط العمر (المدى)	58 سنة(36–71) سنة
الجنس:	ذكر (28) أنثى (22)

الوقاية في المسرعات الطبية:

نظراً إلى تعقيد صناعة المسرعات الالكترونية وإنتاجها، كذلك الطاقة العالية في حزم الفوتونات التي تنتجها، وجب التفكير بموضوع الوقاية بما يخدم المريض والمشغل لهذه المسرعات، وقُيِّمَ الوضع بما نشرته اللجنة العالمية :IEC "International Electromechanical Commission" من توجيهات في دورياتها لاستخدام مثل هذه الأجهزة الالكترونية عالية التقنية في المنشور رقم (IEC 6060-2-1، 0.13).

النتائج :

تستخدم حجرة التأين لتحديد مبدأ الإحداثيات في الطبقي المحوري، وهي آلية تجري معايرتها بصورة دورية من قبل هيئة معترف بها دولياً (في سورية هيئة الطاقة الذرية)، وبعد التأكد بواسطة حجرة التأين من عمل ليزرات ضبط إحداثيات المبدأ الذي يسميه الفنيون (Iso-centre)؛ لأنه مركز للاتجاهات كلّها، وتُربط به معطيات الشرائح حاسوبياً.

ويبيّن الجدول (1) نتائج تقييم ارتيابات عمل ليزرات ضبط الإحداثيات و مركز الورم في المراحل الثلاث:

الجدول (1): نتائج تقييم ارتيابات عمل ليزرات ضبط الإحداثيات.

جدول رقم (1) – الارتيابات في تحديد مركز الورم في التصوير المحوري و المحاكي

المحور	التصوير المحوري	تغيرات المحاكي
x	< ± 1 mm	≥ ± 3 mm
y	< ± 1 mm	≥ ± 2 mm
z	< ± 0.75 mm	≥ ± 2.5 mm

يأخذ جهاز الطبقي المحوري في مستشفى البيروني شرائح لمنطقة الورم بأبعاد من مرتبة mm 1، ومن الممكن اختيار البعد أكثر من هذا ، وذلك بحسب الورم وحداثة الجهاز. وكانت تغيرات مركز الإحداثيات على مدى ستة أشهر أقل من المسافة بين شريحتين، انظر المرجع رقم 9 ،وهذا يعني أن عمل هذه المرحلة ذات ارتيابات قليلة. فضلاً عن أنّه هنا غالباً ما نختار مركز الجرعة هو مركز الإحداثيات، وذلك من خلال المعايرة ب Computer, CTDI Tomography Dose Index. مع العلم أن الارتياب هنا مأخوذ على شكل الانحراف المعياري العادي.

ومن متابعة الإزاحات والتصحيحات على المركز في مرحلة المحاكي والمسرع والواردة في الجدول (1) نلاحظ أنها كبيرة نسبياً، إذْ قُدِّرَتْ هذه الانزياحات من خلال تقدير الانزياح الميكانيكي وقياسه لمركز تلاقي أشعة الليزر الثلاث، والمعاير من خلال ضبط المركزية ,Iso ceter, مع الانزياح الممكن حدوثه من وضع العلامات على أقنعة المعالجة وإعادة العمل عدة جلسات.

نلاحظ أن النتائج الآنفة الذكر تتوزع بين ارتيابات ميكانيكية لاختلاف في مولد حزمة الليزر وضبطها، ولكننا وحين ندخل في مجال المعالجة الإشعاعية بالمسرع الالكتروني، وفي أثناء البدء ومتابعة المعالجة نلحظ تبدلات ذكرناها سابقاً، ولكن مركز الورم مع وجود المريض على طاولة المعالجة لا يمكن التحقق منه إلَّا بواسطة جهاز ملحق بالمسرع الالكتروني اسمه: Portal Vision،

وباستخدام هذا الجهاز ل 50 حالة سرطانية بالدماغ.

وقد اختيرت هذه الحالات لأنَّ نسبة حركتها غير الإرادية صغيرة بالمقارنة بغيرها ولاحظنا النتائج الآتية:

جدول رقم (2)– يوضح الارتيابات في الأورام الدماغية ، وذلك اعتماداً على المقارنة بين المركز المحدد سابقاً و الصورة في جهاز ال Portal Image

ورم دماغ

X (MM)	Y (MM)	Z (MM)
0.5	2	1
0.7	0.6	0.1
2	0.4	0.3
0.7	1	0.7
0.8	1.6	1.5
1.4	1	1.4
1.2	1	1.6
1.1	2	1.1
2.2	1	1
0.5	0.7	1.2
1.1	1.1	1
0.7	1	2.1
0.3	1.3	1.1
0.5	0.7	2
0.8	2	1
2.1	1.2	1.5
1.7	1	2
1.1	0.5	1
1.3	0.4	2
2	1	0.7
1.2	1	0.7
0.8	0.9	2
2	1.7	1.5
1.5	0.7	0.6
1.4	2	1
1.1	1.2	1
1.5	1	2
2	1.7	1
0	1.5	0
0.5	0.7	2
0.5	0.7	0.6
0.4	0.1	0.2
2	1	0.5
0.4	1	2
0.4	1	0.5
1	1.5	1
2	0.5	2

1	1.5	1.2
1.1	2	0.7
0.4	2	1.1
1.2	1.1	1
2	1.1	1
1.5	0.5	1
0.4	1	0.5
0.5	2	0.7
1	1.1	0.6
0.7	1.4	1
1.1	1.6	2
1.2	1	0.1
1.5	0.5	1
1.0المتوسط	1.1	1.0

ولتلافي هذه الارتيابات يُطْلَبُ من فريق العمل أن يبحث عن الحل الأمثل لخفض هذه الإجراءات، وذلك بوضع شرائح صغيرة تثبّت على رأس المريض طوال مدة المعالجة، وهي شرائح عاكسة لأشعة الليزر ذات أبعاد صغيرة ممكن أَنْ تصل إلى أقل من 3 مم.

وبشكل أدق هي كاشف نصف ناقل يتحسس لطول الموجة 632 نانومتراً، للون الأحمر، أو يتحسس لطول الموجة 532 نانومتراً للون الخضر، ويعطي طول موجة آخر مختلفاً، بتوليد انتقائي بحيث إنّه لا يعمل إلا إذا تعرض لطول موجة محدد تماماً، وهذا يفيد بما يأتي :

1 – خفض الحالات الناتجة عن الانزياح عن الإشارات المثبتة على القناع.

2 – متابعة حركة المريض، ويمكن إعادة برمجة الخوارزميات الخاصة بالمسرع لتستوعب هذه الحالات وتتخذ الإجراء المناسب. ومن الممكن إيقاف معالجة المريض إذا كان في إثناء المعالجة أو التحقق من ثبات الوضعية بين جلسة و أخرى.

المناقشة:

يستند مبدأ المعالجة الإشعاعية –كما ذكرنا– إلى مركز ورم محدد تماماً لكي يجري تعريضه لجرعة إشعاعية محسوبة تماما، كذلك إن ما يترافق مع هذا المبدأ وعلى المستوى نفسه من الأهمية هو قياس الجرعة الإشعاعية التي ستمتص في هذا الورم، وهذا يقود إلى الأجهزة الإشعاعية التي تقيس الجرعة في مركز الورم المفترض، وهنا يجب علينا التنويه إلى أنَّ بين الجرعة المقيسة والجرعة الحقيقية يوجد خلافاً بسيطاً، وهذا ما يمكن تسميته بدقة القياس.

ولكن ما نبحث به هنا هو الارتياب الناتج من التقنية في إجراء وتحديد مركز الأشعة و مركز الورم، و فوق ذلك كلّه هدفه وضع المريض في المكان المناسب لهذا الموضوع ولإعادته بحسب عدد الجلسات. وما نحن بصدده هنا هو أنَّ هذه الارتيابات ممكن أن تضاف إلى الارتيابات السابقة أو ممكن تلافيها، وعطفاً على منشورات الوكالة الدولية للطاقة الذرية **IAEA** ومنظمة الصحة العالمية **WHO** ولاسيّما منشورات المؤتمر الدولي الذي نُظِّمَ في مدينة بون في الشهر 12 من عام 2012 "**Bonn Call for Action**" والذي تمخض عن توصيات تركز –في غالبيتها– على الوقاية من الإشعاع والأهم هو الخطر من الاستعمال غير الصحيح للأشعة "**An improvement of Radiation Benefit – Risk – Dialogue**"

وبالاعتماد على منشور الوكالة الدولية للطاقة الذرية المتعلق بقياس الجرعات الإشعاعية، مرجع 8. نلاحظ أنَّ خطأ وضع الحجيرة في مكانها، أي في مركز الحزمة الإشعاعية يجب يتجاوز **0.5mm**، كذلك فإنَّ انحراف القراءات في جهاز القياس يجب ألَّا يتجاوز **0.2%** ، وثبات قراءات الجهاز خلال شهر واحد يجب أن ألَّا تتجاوز **0.05%**.

وبالعودة إلى موضوعنا نلاحظ إنَّنا لا نتحدث عن عمل واحد، إنّما عن تسلسل الخطوات والأجهزة ومن ثَمَّ ارتياب

ملحق بكل فقرة يمكن أن يضاف إلى الذي قبله، ففي الطبقي المحوري يوجد ارتاب، وهو محسوب لدينا، كذلك في المحاكي ومثله في المسرع حيث المعالجة الإشعاعية، التي يمكن أن تعاد ثلاثين مرة، انظر الجدول لرقم 1. ومنه ممكن القول: إن النتائج المحصل عليها في الطبقي المحوري، هي ارتيابات حول مركز الإحداثيات والمطابق لمركز حزمة أشعة –X، وهي الانحراف المعياري البسيط لمركز حزمة الأشعة في الطبقي المحوري.

وبالعودة إلى النتائج التي تم الحصول عليها من خلال المرضى و أجهزة الطبقي المحوري والمحاكي والمسرع، نلاحظ مثلاً أن الانحرافات على المحاور الثلاثة:

جدول رقم(3) – يوضح مجموع الارتيابات في اتجاه واحد لأورام الدماغ

الارتيابات على المحاور الثلاثة	X(mm)	Y(mm)	Z(mm)
أورام الدماغ	5.0	4.1	4.25

وإن هذه الانحرافات يمكن أن تصب في اتجاه واحد أو لا، فإذا كانت في اتجاه واحد فإننا نلاحظ وجود ارتياب كبير يتخطى الارتياب المسموح به في المعالجة الإشعاعية.

ومن ثَمَّ فإنَّ هذا الخطأ يتخطى خطأ الجهاز كل بمفرده ولا يدخل في حساب الأخطاء؛ ولذلك فلاً من طرقة تزيل هذا الارتياب؛ لذا اقترحنا وضع حساسات الكترونية، تشير إلى تطابق المحاور الثلاثة على المركز؛ كذلك تشير إلى أي انزياح يمكن أن يطرأ على جسم المريض.

References

1 - المعالجة الشعاعية للورم، د محي الدين السعودي منشورات جامعة دمشق – كلية الطب 2002–2003

2 - Bleehan ، N. ، Edwards ، J. ، Evans ، R. ، 2001 ، Quality assurance in radiotherapy (QART) ، Report of standing sub-committee on cancer ،DOH ، London.

3 - Bomford C.K. ، Sherrif S.B. and Kunkler I.H. ، 2004 ، Walter's and Miller's Textbook of Radiotherapy ، Radiation physics ، Therapy and Oncology ، Sixth edition ، Churchill Livingstone ، London ، England.

4 - Brotfeld T ، Boyer AL ، Schleyel W ، 1998: Realization and verification of three-dimensional conformal radiotherapy with modulated fields. Int J
Radiation Oncol Biol phys 30(4): 899-908 ، 1994b

5 - Cohen ، M. ،Jones ، D.E.A and Green D. 2000 ، central axis depth dose data for use in radiotherapy. British Journal of Radiology ، Suppl.

6 - Fredrickson ، D. H. ،Whitton ، J. B. and karzmark ، C.J. ، 1994 ، The possibility of monitoring patient position during treatment using the transmitted beam. British Fournal of radiology ، 50. 289-290.

7- BONN CALL FOR ACTION. 10 Actions to Improve radiation Protection in Medicine in the Next Decay Joint Position Statement by: IAEA & WHO 2012

8 – Dosimetry in Diagnostic Radiology : An International Code of Practice Technical Report Series no:457IAEA 2007

9 - QUALITY ASSURANCE PROGRAMME FOR COMPUTED TOMOGRAPHY: DIAGNOSTIC AND THERAPY APPLICATIONS International Atomic Energy agency, IAEA. Wien, 2012

10 – Varian Medical System.

تاريخ ورود البحث إلى مجلة جامعة دمشق 2015/7/23.

تاريخ قبوله للنشر 26 /7/ 2015 .