

Конформна телегамматерапія із застосуванням мультипелюсткового коліматору «CobraLeaf»

Соловійов О.Л., Миколаївський обласний онкологічний диспансер, м. Миколаїв, Україна

1. Вступ.

Ретельний підхід та сумлінне ставлення до наданих нам можливостей у вигляді сучасного гамматерапевтичного обладнання, програмного забезпечення, засобів іммобілізації дозволяють підвищити якість надання медичної допомоги у вигляді дистанційній променевої терапії. Більш повне, глибоке використання комплектації, наприклад, радіотерапевтичного комплексу Терагам К-01 дозволяє точніше позиціонувати пацієнтів на терапевтичному столі, зменшувати дозове навантаження на органи ризику, зменшити відступи між об'ємами опромінення, що в підсумку дозволяє нам відпускати терапевтичні дози на значно якісному рівні, ніж при конвенційній променевої терапії відкритими полями.

2. Мета дослідження.

У рамках гуманітарного проекту Федерального міністерства економічного співробітництва та розвитку Німеччини, спрямованого на покращення методів променевої терапії в Україні, Миколаївський обласний онкологічний диспансер отримав від Precisis Euromechanics GmbH (Німеччина) мультипелюстковий коліматор (далі – МПК) типу «CobraLeaf» CL-1000 разом із необхідними аксесуарами.

Комплект МПК – це комплекс складного обладнання та програмного забезпечення, а саме: МПК, фрезерний верстат з програмним керуванням (далі – ЧПК), програмне забезпечення для виготовлення форм, сумісних із формою пучку випромінювання.

Тому, для введення у клінічну практику, виникла необхідність у проведенні чималої низки досліджень:

- механічне юстирування МПК відносно первинного коліматору радіотерапевтичного комплексу «Терагам К-01» (далі – РТК);
- налагодження і калібрування фрезерного верстату;
- дослідні випробування щодо коректного інтегрування експортних даних параметрів пучків випромінювання з комп'ютерної системи дозиметричного планування PlanW-2000 (далі – КСДП) у програмне забезпечення фрезерного верстату;
- абсолютна та відносна клінічна дозиметрія з верифікацією результатів дозиметричного планування у водному фантомі;

- визначення і систематизація принципів застосування МПК в клінічній практиці з урахуванням обмеженої відстані до терапевтичного столу та антропометричних параметрів пацієнтів.

3. Матеріали і методи.

Для проведення досліджень було використано наступне радіотерапевтичне, дозиметричне і допоміжне обладнання та програмне забезпечення:

- РТК «Терагам К-01» з комплектними пристроями (механічний поінтер, лінійний та ортогональні лазерні центратори, лазерний бек-поінтер);
- МПК «CobraLeaf» та фрезерний верстат «Isel ICP 3020» з ЧПК;
- Водний фантом WP3840/RMD100-5 з автоматичною системою вертикального позиціонування циліндричної камери;
- Клінічний дозиметр-електрометр T10009 Unidos E з іонізаційною камерою TW30013 типу Farmer 0,6 см³;
- Прецизійний цифровий барометр L991385 OPUS 20 THIP;
- Прецизійний ртутний термометр L654004;
- Рентгенівська самопроявна плівка;
- КСДП «PlanW-2000» UJP Praha;
- Програмне забезпечення «Precisis CobraLeaf 5.6.0».

В якості методик були використані: серія технічних доповідей МАГАТЕ № 398; «Методика виконання вимірювань поглиненої дози у воді для гамма-випромінювання Кобальт-60 на апаратах дистанційної променевої терапії MBV 12-042-2009», атестована і затверджена Національним науковим центром «Інститут метрології»; технічні умови та інструкції з експлуатації обладнання від UJP Praha та Precisis Euromechanics GmbH (Німеччина).

4. Отримані результати та висновки.

Завдяки вжитим заходам вдалося досягти необхідного рівня якості геометричних параметрів пучку для мультипелюсткового коліматору. Також була виявлена необхідність внесення поправок як до КСДП, так і до програмного забезпечення фрезерного верстату, що в подальшому дозволило досягти коректного експорту-імпорту даних параметрів пучків випромінювання з дотриманням відповідних розмірів фігурних тіньових блоків та розрахунку часу опромінення.

Верифікація багатопільних планів опромінення у водному фантомі проводилася у відносно вільній геометрії за багатьма точками на різних відстанях від вісей пучків, що підтвердило середній показник девіації дози, доставленої на глибину у тканинно-еквівалентне середовище, від розрахункової дози в амплітуді до 1,5 %.

На підставі результатів досліджень мультипелюстковий коліматор «CobraLeaf» CL-1000 визнаний гідним для введення в клінічну практику в Миколаївському обласному онкологічному диспансері, що забезпечуватиме додаткові можливості у наданні пацієнтам якісної конформної променевої терапії з використанням гамма-установок із симетричним первинним коліматором.

Але найголовнішою ціллю є практичне планування променевої терапії із застосуванням МПК «CobraLeaf» з наступним опроміненням пухлин у реальних пацієнтів.

При плануванні сеансів променевої терапії з використанням фігурних полів, утворених за допомогою мультипелюсткового коліматору вдалося досягти досить високих результатів щодо конформності опромінення та толерантності поглинених доз стосовно органів ризику.

Найбільш цікавих результатів було досягнуто при планування телегамматерапії для опромінення передміхурової залози. Практично всі органи ризику отримують середнє дозове навантаження без перевищення практичних рекомендацій Radiation Therapy Oncology Group RTOG 0126.

Наприклад:

1. дозове навантаження на січовий міхур складає, в середньому, $D_{v50} = 20$ Гр при допустимому $D_{v50} = 65$ Гр
2. дозове навантаження на пряму кишку складає, в середньому, $D_{v50} = 52$ Гр при допустимому $D_{v50} = 60$ Гр

Такі результати планування дозволили провести ескалацію сумарної очагової дози на PTV (CTV) до 76-78 Гр, чим прогнозовано буде збільшений радіотерапевтичний інтервал та досягнута більш висока вірогідність контролю пухлини з одночасним зменшенням вірогідності виникнення пошкоджень в нормальних тканинах.

У пацієнтів з діагнозом «рак передміхурової залози», що отримали телегамматерапію із застосуванням мультипелюсткового коліматору «CobraLeaf» та сумарною очаговою дозою 76-78 Гр протягом 3-4 місяців спостерігалось поступове суттєве зниження концентрації PSA при низькому рівні ранніх променевих реакцій.

Слід зазначити, що до застосування МПК «CobraLeaf» з 30-ма рухливими пелюстками подібного зниження дозового навантаження на нормальні тканини, що можуть оточувати пухлину досягти не вдалося навіть при 8-12-пільному опроміненні симетричним первинним коліматором гамматерапевтичної установки.

Список літератури:

1. Absorbed Dose Determination in External Beam Radiotherapy: An International Code of Practice for Dosimetry based on Standards of Absorbed Dose to Water / IAEA. – Vienna, 2006. – 183 p.
2. Radiation Oncology Physics: A Handbook for Teachers and Students / [editor E.B. Podgorsak]. – IAEA. – Vienna, 2005. – 657 p.
3. RTOG 0126: A phase III randomized study of high dose 3d-crt/imrt versus standard dose 3d-crt/imrt in patients treated for localized prostate cancer / NRG Oncology. – 2014. – 69 p.