



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) UA

(11) 110941

(13) U

(51) МПК

A61N 5/10 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2016 04201**

(22) Дата подання заявки: **18.04.2016**

(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: **25.10.2016**

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: **25.10.2016, Бюл.№ 20**

(72) Винахідник(и):

**Старенький Віктор Петрович (UA),
Артюх Сергій Володимирович (UA),
Білозор Наталія Володимирівна (UA),
Тешнер Сергій Михайлович (UA),
Карвасарська Віра Василівна (UA)**

(73) Власник(и):

**ДЕРЖАВНА УСТАНОВА "ІНСТИТУТ
МЕДИЧНОЇ РАДІОЛОГІЇ ІМ. С.П.
ГРИГОР'ЄВА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ
МЕДИЧНИХ НАУК УКРАЇНИ",
вул. Пушкінська, 82, м. Харків, 61024 (UA)**

(54) СПОСІБ ТРИВИМІРНОГО ПЛАНУВАННЯ ПРОМЕНЕВОЇ ТЕРАПІЇ У ХВОРИХ НА РАК ГОЛОВИ ТА ШИЇ

(57) Реферат:

Спосіб тривимірного планування променевої терапії у хворих на рак голови та шиї полягає у проведенні первинної симуляції хворого, запровадженні у систему планування дозового розподілу даних томографічного дослідження хворого, враховуючи які, складають почергово кілька варіантів планів проведення променевої терапії з послідовним формуванням для кожного гістограми "доза-об'єм" (ГДО) та вибором ГДО з оптимальним розподілом дози. Згідно з ГДО, вибирають максимальну поглинену дозу на орган ризику. Для вираної ГДО додатково визначають коефіцієнт дозового навантаження за формулою

$$K_{\text{дн}} = \frac{D_{\text{max}}}{\text{СОД}}.$$

При значенні $K_{\text{дн}} < 0,64$ встановлюють відсутність перевищення дії гранично допустимої СОД на орган ризику, а саме спинний мозок. При $K_{\text{дн}} > 0,64$ встановлюють перевищення дії гранично допустимої СОД на орган ризику і коригують план проведення променевої терапії на етапі його складання.

UA 110941 U

Спосіб належить до медицини, зокрема до променевої терапії (ПТ), і може бути використаний при лікуванні хворих на рак голови та шиї (РГШ).

Основний принцип променевої терапії - лікування пухлини при максимальному збереженні нормальних органів і тканин. Для його реалізації необхідною вимогою при розробці способів тривимірного планування ПТ, є підвищення ефективності променевого впливу на пухлинний об'єм з урахуванням допустимих рівнів променевих навантажень на органи ризику, а саме спинний мозок у випадку РГШ. У процесі лікування хворим на РГШ часто проводять повторне опромінення шиї (місцевий рецидив) або доводять заплановану сумарну осередкову дозу (СОД) до максимальної в 70 Гр, тому необхідно враховувати заплановану СОД на кожному етапі опромінення.

Відомий спосіб тривимірного планування ПТ, в якому урахування впливу ПТ на спинний мозок здійснюється за допомогою таблиці максимально допустимих доз, тобто вплив ПТ розраховується у вигляді усередненої дози опромінення на ділянці в 10 см в межах пухлинного об'єму [1].

Насправді ж, у будь-якій ділянці спинного мозку поглинена доза може бути вище розрахованої усередненої поглиненої дози і вище максимальної допустимої дози на спинний мозок, тому виникає ризик розвитку променевих ускладнень.

Найближчим до способу, що заявляється, за технічною суттю є спосіб тривимірного планування ПТ у хворих на РГШ, в якому дослідним шляхом встановлюють максимально допустиму дозу на спинний мозок у 45 Гр, вище якої виникає ризик розвитку променевого мієліту [2].

Недоліком способу є відсутність урахування запланованої СОД на конкретному етапі опромінення і неможливість її доведення до 70 Гр при повторному опроміненні без ризику перевищення гранично допустимої СОД на спинний мозок.

В основу корисної моделі поставлено задачу створити спосіб тривимірного планування ПТ, в якому введення $K_{\text{дн}}$ дозволяє при повторному опроміненні пухлинного об'єму розширити діапазон дози до 70 Гр без перевищення гранично допустимої СОД на спинний мозок.

Поставлену задачу вирішують таким чином: у відомому способі тривимірного планування ПТ у хворих на РГШ, що полягає у проведенні первинної симуляції хворого, запровадженні в систему планування дозового розподілу даних томографічного дослідження хворого, враховуючи які, складають почергово кілька варіантів планів проведення ПТ із послідовним формуванням для кожного гістограми "доза-об'єм" (ГДО) та вибором ГДО з оптимальним розподілом дози, відповідно до корисної моделі, згідно з ГДО, вибирають максимальну поглинену дозу на орган ризику, після чого для вибраної ГДО додатково визначають коефіцієнт дозового навантаження за формулою

$$K_{\text{дн}} = \frac{D_{\text{max}}}{\text{СОД}},$$

де D_{max} - максимальна доза, що поглинена органом ризику;

СОД - сумарна осередкова доза, що запланована на пухлинний об'єм,

і при значенні $K_{\text{дн}} < 0,64$ встановлюють відсутність перевищення дії гранично допустимої

СОД на орган ризику, а саме спинний мозок,

а при $K_{\text{дн}} > 0,64$ встановлюють перевищення дії гранично допустимої СОД на орган ризику і коригують план проведення променевої терапії на етапі його складання.

Спосіб пояснюється рисунком, на якому зображено діаграму залежності дозового навантаження на спинний мозок від $K_{\text{дн}}$.

Спосіб тривимірного планування ПТ у хворих на РГШ здійснюється таким чином.

Перед проведенням курсу променевої терапії хворому, відповідно до способу, що заявляється, проводили первинну симуляцію та КТ. Дані КТ запроваджували до системи планування, за допомогою якої визначали об'єм пухлини, клінічний та терапевтичний об'єми опромінення. З урахуванням отриманих даних почергово складали 5 планів ПТ з різними кутами нахилу опромінення, різними динамічними фільтрами. Послідовно для кожного плану ПТ формували ГДО. З п'яти варіантів ПТ вибирали план з оптимальним розподілом дози опромінення в інтервалі від $d_{\text{min}}=95\%$ до $d_{\text{max}}=105\%$. Для цього плану ПТ вибирали

максимальну дозу, що поглинена органом ризику, а саме спинним мозком, після чого для вибраної ГДО додатково визначали коефіцієнт дозового навантаження за формулою:

$$K_{\text{дн}} = \frac{D_{\text{max}}}{\text{СОД}},$$

де D_{max} - максимальна доза, що поглинена органом ризику;

5 СОД - сумарна осередкова доза, що запланована на пухлинний об'єм,

і при значенні $K_{\text{дн}} < 0,64$ встановлювали відсутність перевищення дії гранично допустимої СОД на орган ризику, а саме спинний мозок,

а при $K_{\text{дн}} > 0,64$ встановлювали перевищення дії гранично допустимої СОД на орган ризику і коригували план проведення променевої терапії на етапі його складання.

10 Нижче наведено приклад використання способу, що заявляється.

Приклад

Хворий П., 56 років, історія хвороби № 20714, перебував на стаціонарному лікуванні у клініці ДУ "Інститут медичної радіології ім С.П. Григор'єва НАМН України" у відділенні дистанційної поєднаної променевої та комплексної терапії з 03.02.2016 р. по 10.03.2016 р. з діагнозом рак гортані Т3N0M0, III стадія. Друга клінічна група. Хворому рішенням консиліуму було

рекомендовано проведення передопераційної променевої терапії в СОД 40 Гр.
Відповідно до способу, що заявляється, перед початком курсу ПТ хворому було виготовлено фіксуючу маску та проведено первинну симуляцію, після чого було виконано розмічальну КТ із кроком 0,5 см. Дані КТ були запроваджені до системи планування, за допомогою якої визначали об'єм пухлини, клінічний та терапевтичний об'єми опромінення. З урахуванням отриманих даних

20 поточково складали 5 планів променевої терапії з різними кутами нахилу опромінення, різними динамічними фільтрами. Послідовно для кожного плану ПТ формували ГДО. З п'яти варіантів ПТ вибирали план з розподілом дози опромінення в інтервалі від $d_{\text{min}}=95\%$ до $d_{\text{max}}=105\%$ та максимальною дозою, що поглинена органом ризику, а саме, спинним мозком -

25 $D_{\text{max}} = 29,6$ Гр. Для цього плану ПТ було розраховано коефіцієнт дозового навантаження $K_{\text{дн}} = D_{\text{max}} / \text{СОД} = 29,6 \text{ Гр} / 40 \text{ Гр} = 0,74 > 0,64$ (див. креслення). Тобто при доведенні СОД до 70 Гр у разі повторного опромінення гранична допустима СОД на спинний мозок при

30 $K_{\text{дн}} = 0,74$ перевищує рекомендовану дозу в 45 Гр [3]. Щоб уникнути перевищення СОД необхідно провести коригування вибраного плану ПТ на етапі його складання (зміна форми пучка опромінення). Після коригування плану ПТ було повторно розраховано $K_{\text{дн}} = 24,4 \text{ Гр} / 40 \text{ Гр} = 0,61 < 0,64$. Тобто при доведенні СОД до 70 Гр не відбудеться

перевищення дії гранично допустимої дози на спинний мозок в 45 Гр. Через 2 місяці після оперативного втручання у хворого за даними КТ обстеження виявлено збільшення лімфатичних вузлів шиї, тому хворому було проведено повторне опромінення до СОД 70 Гр. Оскільки при

35 первинному опроміненні $K_{\text{дн}} = 0,61$, дія гранично допустимої дози на спинний мозок не вище 45 Гр, що виключає розвиток променевих ускладнень з боку спинного мозку. Залежність дозового навантаження на спинний мозок при СОД на пухлинний об'єм в 40 Гр та 70 Гр від

$K_{\text{дн}}$ відображена на діаграмі. Так при $K_{\text{дн}} = 0,61$ доза на спинний мозок не перевищує гранично допустиму в 45 Гр. При $K_{\text{дн}} = 0,64$ доза на спинний мозок складатиме 44,8 Гр, що є

40 максимально допустимою, тому всі плани з коефіцієнтом дозового навантаження понад 0,64 можна вважати неприпустимими. При значенні $K_{\text{дн}} = 0,74$ доза на спинний мозок перевищує 45 Гр, тобто існує ризик розвитку променевих ускладнень у вигляді променевого мієліту.

Результати лікування зведені в таблицю.

Таблиця

Залежність дозового навантаження на спинний мозок від $K_{\text{дн.}}$

Коефіцієнт $K_{\text{дн.}}$	Доза на спинний мозок при СОД на пухлинний об'єм 40 Гр	Доза на спинний мозок при СОД на пухлинний об'єм 70 Гр
0,74	29,6 Гр	51,8 Гр > 45 Гр
0,64	25,6 Гр	44,8 Гр
0,61	24,4 Гр	42,7 Гр

Як видно з таблиці, при коефіцієнті 0,61 доза на спинний мозок при доведенні СОД до 70 Гр не перевищує гранично допустиму в 45 Гр. При $K_{\text{дн.}} = 0,64$ доза на спинний мозок при СОД 70 Гр складатиме 44,8 Гр, що є максимально допустимою. При $K_{\text{дн.}} = 0,74$ доза на спинний мозок перевищує 45 Гр і існує ризик розвитку променевих ускладнень.

Таким чином, використання способу, що заявляється, дозволяє при повторному опроміненні пухлинного об'єму розширити діапазон дози до 70 Гр без перевищення гранично допустимої СОД на спинний мозок та без ризику розвитку променевих ускладнень.

Джерела інформації:

1. Канаев С.В. Лучевая терапия злокачественных опухолей головы и шеи / С.В. Канаев // Практическая онкология. - 2003. - Т. 4, № 1. - С. 17-18.

2. Kirkpatrick J. P. Radiation dose-volume effects in the spinal cord / J. P. Kirkpatrick, A. J. van der Kogel, T. E. Schultheiss // Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys. - 2010. - Vol. 76, № 3 (Suppl.). - P. S.47.

3. Гринберг М.С. Нейрохирургия / М.С. Гринберг; пер. с англ. - М.: МЕДпресс-информ, 2010. - С. 546.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб тривимірного планування променевої терапії у хворих на рак голови та шиї, що полягає у проведенні первинної симуляції хворого, запровадженні у систему планування дозового розподілу даних томографічного дослідження хворого, враховуючи які, складають по чергово кілька варіантів планів проведення променевої терапії з послідовним формуванням для кожного гістограми "доза-об'єм" (ГДО) та вибором ГДО з оптимальним розподілом дози, який **відрізняється** тим, що, згідно з ГДО, вибирають максимальну поглинену дозу на орган ризику, після чого для вибраної ГДО додатково визначають коефіцієнт дозового навантаження за формулою:

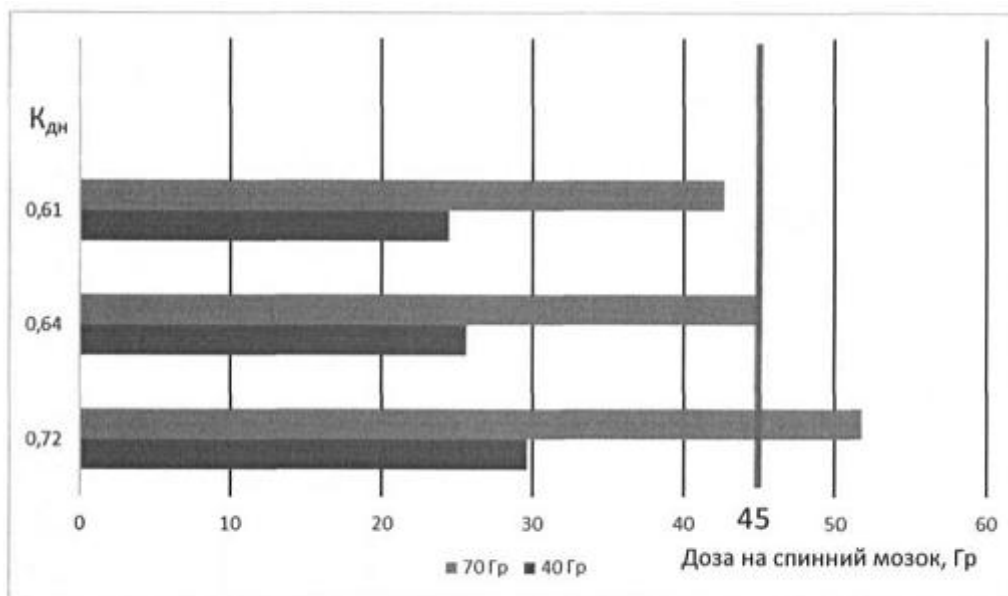
$$K_{\text{дн.}} = \frac{D_{\text{max}}}{\text{СОД}},$$

де D_{max} - максимальна доза, що поглинена органом ризику;

СОД - сумарна осередкова доза, що запланована на пухлинний об'єм,

і при значенні $K_{\text{дн.}} < 0,64$ встановлюють відсутність перевищення дії гранично допустимої СОД на орган ризику, а саме спинний мозок,

а при $K_{\text{дн.}} > 0,64$ встановлюють перевищення дії гранично допустимої СОД на орган ризику і коригують план проведення променевої терапії на етапі його складання.



Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601