

Створення тривимірних анатомічних моделей пухлин як перший етап дослідження кровонаповнення ювенільних ангіофібром

С.М.Алхімова, В.П.Яценко

Національний технічний університет України «КПІ», Київ, Україна

РЕЗЮМЕ, ABSTRACT

Робота розкриває питання оцінювання кровонаповнення ювенільних ангіофібром та висвітлює перший етап дослідження, що присвячений тривимірному анатомічному моделюванню пухлини на основі постобробки зображень комп'ютерних томограм) (Укр.журнал телемедицини та мед.телематики.-2010.-Т.8,№1.-С.26-29).

Ключевые слова: ювенільна ангіофіброма, кровонаповнення пухлини, тривимірна анатомічна модель, постобробка КТ-зображень

С.Н.Алхимова, В.П.Яценко

СОЗДАНИЕ ТРЕХМЕРНЫХ АНАТОМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ОПУХОЛЕЙ КАК ПЕРВЫЙ ЭТАП ИССЛЕДОВАНИЯ КРОВЕНАПОЛНЕНИЯ ЮВЕНИЛЬНЫХ АНГИОФИБРОМ

Национальный технический университет Украины «КПИ», Киев, Украина

Эта работа раскрывает вопрос оценивания кровенаполнения ювенильных ангиофибром и освещает первый этап исследования, который посвящен трехмерному анатомическому моделированию опухоли на основе постобработки изображений компьютерных томограмм (Укр.журнал телемедицины и мед.телематики.-2010.-Т.8,№1.-С.26-29).

Ключевые слова: ювенільна ангіофіброма, кровенаповнення опухолі, тривимірна анатомічна модель, постобробка КТ-зображень

S.M.Alkhimova, V.P.Yatsenko

DEVELOPMENT OF 3D TUMOR ANATOMICAL MODELS AS THE FIRST STAGE OF ANGIOFIBROMAS PERFUSION INVESTIGATION

National Technical University of Ukraine "KPI", Kyiv, Ukraine

This work represents the problem and the first stage of Juvenile Nasopharynx Angiofibromas perfusion investigation. At the present point 3D anatomical modeling of the tumors was developed on the postprocessing CT-images basis (Ukr.z.telemed.med.telemat.-2010.-Vol.8,№1.-P. -).

Key words: Juvenile Nasopharyngeal Angiofibroma, tumor perfusion, 3D anatomical model, post-processing CT-images

Ювенільна ангіофіброма основи черепа (ЮАОЧ) – це доброякісна пухлина мезенхімального походження, що морфологічно характеризується поєднанням судин і волокнистої сполучної тканини. Це захворювання становить 0,5% всіх пухлин голови та шиї [1]. У лікуванні пацієнтів з ангіофібромою основи черепа на даний час запропоновано кілька методик, що включають хірургічне видалення пухлини, променеву терапію, гормональну терапію, хіміотерапію і цілий ряд інших. Основним, а можливо і єдиним методом лікування ЮАОЧ є хірургічний [2, 3]. Однією з найважчих проблем, з якою стикаються хірурги під час ви-

далення ЮАОЧ, є масивна кровоточивість тканин, що може спричинити крововтрату в сотні мілілітрів, а іноді й більше літра [4]. Для попередження масивної крововтрати використовуються досить складні методи, серед яких: емболізація судин, що живлять пухлину, керована глибока гіпотонія, імбібіція основи пухлини різними розчинами, перев'язка зовнішньої сонної артерії й т.п.

Для профілактики інтраопераційної кровотечі багато авторів пропонують метод передопераційної емболізації. [5]. Основною метою емболізації є виборча облітерація судинної компоненти новоутворення зі збереженням кровопостачання здорових тканин.

Передбачається, що вплив емболізації на пухлину відбувається за механізмом ішемічного некрозу та запрограмованої клітинної загибелі, що супроводжується зменшенням клітинної маси новоутворення, зниженням темпу проліферації, зменшенням обсягу або вповільненням темпу росту пухлини. Передопераційна емболізація призводить до зменшення об'єму пухлини, в

результаті чого полегшується її видалення, знижується небезпека потраплення пухлинних клітин в системний кровотік під час операції, а також дозволяє розширити обсяг оперативного втручання, уникнути двохетапних операцій, скоротити час операції, знизити інтраопераційну крововтрату та травмування прилеглих тканин при оперативних втручаннях [6].

Мета дослідження

Те, що видалення знекровленої пухлини викликає набагато менше технічних проблем і сприяє найшвидшому лікуванню пацієнта, не викликає сумнівів, але інвазивність зазначених методів, ризик ускладнень роблять актуальним питання щодо того, в яких саме клінічних випадках необхідне

застосування методів попередження інтраопераційної крововтрати. Тим самим встає необхідність в прогнозуванні інтраопераційної крововтрати, що безпосередньо пов'язано з розрахунком перфузійних характеристик для оцінювання кровонаповнення пухлини.

Матеріал і методи

На сьогодні було розроблено та застосовується багато методів візуалізації в оцінюванні тканинної перфузії [7-9], серед яких перфузійна комп'ютерна томографія (КТ) посіла провідне місце та зробила значний прорив в оцінюванні васкуляризації пухлин [10].

Перфузійна КТ є розширенням звичайної рентгенівської комп'ютерної томографії та заснована на факті, що КТ-інтенсивність отриманого від будь-якої тканини сигналу змінюється після введення контрастної речовини та пропорційна концентрації контрастної речовини в цій тканині. Таким чином, за допомогою серії КТ-зрізів в одному й тому ж місці на підставі даних про зміну КТ-інтенсивності елементів зображення по мірі проходження контрастної речовини крізь досліджуваний об'єм тканини будується графік залежності посилення (тобто зміни КТ-інтенсивності в будь-якому елементі зрізу) від часу. Визначення перфузійних характеристик базується на вивченні взаємозв'язків між кривими артеріального, тканинного та інколи венозного посилення після введення контрастної речовини в судинне русло хворого. На сьогодні для аналізу цих кривих розроблено декілька математичних методів, серед яких найбільш використовуваними є метод моментів, компартментний аналіз та метод деконволюції [11].

Загалом визнано, що метод перфузійної КТ надає додаткову корисну інформацію в галузі діагностики, визначення стадій пухлин, оцінки біології пухлин та моніторингу лікування онкохворих [10, 12]. Тим не менш,

перфузійна КТ (як загалом й інші методи для оцінювання перфузійних характеристик пухлин) не має на сьогодні обладнання для забезпечення надійних методів швидкого вимірювання змін концентрації контрастної речовини з часом в усій пухлині та надійного аналізуючого програмного забезпечення з підтвердженням статистичним апаратом для оцінки гетерогенності [13]. Таким чином, отримані при цьому дослідженні перфузійні характеристики являють собою лише середні значення досліджуваної під час сканування ділянки. Ці значення просто не можуть відображати гетерогенність судинної щільності всієї пухлини, функціональність її судин та їх зрілість [14].

Ці фактори та те, що впровадження в клінічну практику перфузійної КТ та подібних до цього методів ще не набуло в нашій країні таких меж, як в країнах Європи або в США, призвели до розробки оригінальної методики прогнозування ризику масивної крововтрати під час видалення ЮАОЧ, що може бути корисною й в інших дослідженнях, пов'язаних з оцінюванням кровонаповнення пухлин.

В основу дослідження покладена постановка рентгенівських комп'ютерних томограм, оскільки:

1) рентгенівська комп'ютерна томографія зі звичайними протоколами обстеження на сьогодні є більш-менш поширеним дослідженням в нашій країні, що надає більш інформативні дані, ніж, наприклад, цифрова рентгенографія;

2) більшості хворих, яким зараз встановлюють діагноз ЮАОЧ, проводять

дослідження саме за допомогою методу рентгенівської комп'ютерної томографії;

3) постобробка дає значні переваги для дослідника в порівнянні з обробкою зображень в режимі реального часу.

Для дослідження використовується база рентгенівських КТ-зображень хворих з діагнозом ЮАОЧ Інституту отоларингології ім.проф. О.С.Коломійченка АМН України. На

сьогодні в проведеному дослідженні постобробка КТ-зображень складається з маніпуляцій над томограмами в декілька етапів. Перший етап включає відбір томограм пацієнтів з діагнозом ЮАОЧ та формування бази зображень, що характеризують безпосередньо тканини пухлин. На цьому етапі створюється тривимірна анатомічна модель пухлини.

Результати й обговорення

Тривимірна анатомічна модель будується на основі зображень плоскопаралельних КТ-зрізів та являє собою цифрову тривимірну матрицю, в якій одиничним елементом є воксель [15]. Якщо піксель являє собою точку двовимірного зображення, то воксель – це точка в тривимірному зображенні, так би мовити, одиничний елемент об'єму. Таким чином, для створення тривимірної анатомічної моделі пухлини необхідно з оригінальних КТ-зображень хворого відібрати ті зрізи, на яких присутня пухлина, та виділити на цих зрізах пікселі, що належать цій пухлині. Процес виділення на зображеннях ділянок, що відповідають біотканинам з однаковими характеристиками, називається сегментацією біомедичних зображень [16]. В більш широкому розумінні сегментація – це процес обробки зображень, при якому цілісне зображення розбивається на сегменти, що його складають; ступінь деталізації розбиття залежить від вирішуваних задач [17].

З метою забезпечення максимальної якості визначення меж анатомічної структури пухлини в дослідженні було проаналізовано використання як автоматичних (таких, що не потребують взаємодії з користувачем), так й інтерактивних (таких, що використовують керування даними користувачем безпосередньо в процесі роботи) методів сегментації. На жаль, всі методи автоматичної

сегментації давали межі пухлини, що не позбавлені недоліків. До таких недоліків відносяться різні артефакти: виступи, сходинки, відростки, петлі й т.п., утворені на межі пухлини з нормальними тканинами. Також було проаналізовано використання для поліпшення сегментації поєднання двох з автоматичних методів. Але це не допомогло досягти бажаного результату. Тому процес сегментації, що використовується в дослідженні, є напівавтоматичним, з необхідністю керування даними користувачем для допомоги в коректуванні сегментації.

Оскільки методика внутрішньовенного контрастного посилення у багатьох випадках дозволяє уточнити характер виявлених патологічних змін та візуалізувати зміни, що не виявляються при звичайному КТ, зазвичай КТ-обстеження хворих з діагнозом ЮАОЧ також складається з двох наборів даних. Перший набір складається з КТ-зображень без контрастного посилення, другий – з контрастним посиленням. Використання даних з контрастним посиленням дозволяє додатково судити про щільність ЮАОЧ та наявність у ній порожнин. Отже, КТ-зображення з контрастним посиленням надають дані, що при накладанні на анатомічну модель ЮАОЧ без контрастного посилення уточнюють межі пухлини.

Висновки

В результаті виконання першого етапу отримується тривимірна анатомічна модель ЮАОЧ, що в порівнянні з обстеженням методом перфузійної КТ розширює для дослідження анатомічну зону покриття на всю пухлину, а не на її окрему ділянку. Додаткове використання КТ-зображень пухлини з контрастним посиленням для створення тривимірної анатомічної моделі ЮАОЧ дає можливість не тільки уточнити межі уражен-

ня, але й отримати додаткові відомості щодо зон васкуляризації пухлини, що на наступних етапах дослідження використовуються для системного аналізу прогнозу крововтрати в залежності від вікових, топологічних та агресивних властивостей пухлини та дозволяє говорити про зменшення травмування прилеглих тканин при хірургічному лікуванні хворих з діагнозом ЮАОЧ.

Література і вебліографія

1. *Mendenhall W.M., et al.* Juvenile Nasopharyngeal Angiofibroma // Journal of Hong Kong College Of Radiologists. – 2003 – Vol.6. – No.1. – P.15-19.
2. *Щербенко О.И., Родионов М.В.* Юношеская ангиофиброма основания черепа и основные принципы ее лечения. [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://vestnik.rncrr.ru/vestnik/v8/papers/rodiонов_v8.htm.
3. *Bales C. et al.* Craniofacial Resection of Advanced Juvenile Nasopharyngeal Angiofibroma // Arch of Otolaryngology – Head Neck Surg. – 2002. – Vol.128. – No.9. – P.1071–1078.
4. *Robert Hermans.* Head and neck cancer: how imaging predicts treatment outcome // Cancer Imaging. – 2004. – Vol.6. – Spec.No.A. – S145–S153.
5. *Zhou Wenhui, et al.* Application of Superselective Artery Embolization in Nasopharyngeal Angiofibroma before Operation // The Chinese-German Journal of Clinical Oncology. – 2005. – Vol.4. – No.6 – P.351-353.
6. *Свистов Д.В. и др.* Предоперационная эмболизация вне- и внутричерепных опухолей // Нейрохирургия. – 2007. – №2. – С.24-37.
7. *Wintermark M., et al.* Comparative Overview of Brain Perfusion Imaging Techniques // Stroke. – 2005. – Vol.36. – No.9. – e83-e99.
8. *Miles K.A.* Perfusion imaging with computed tomography: brain and beyond // Eur Radiol Suppl. – 2006. – Vol.16. – Suppl.7. – M37-M43.
9. *Provenzale J.M.* Imaging of Angiogenesis: Clinical Techniques and Novel Imaging Methods // AJR. – 2007. – Vol.188. – No.1. – P.11-23.
10. *Miles K.A., Cuenod C.A., Husband J.* Multi-Detector Computed Tomography in Oncology: CT Perfusion Imaging. UK: Informa Healthcare, 2007. – 241 pages.
11. *Miles K.A. and Griffiths M.R.* Perfusion CT: a worthwhile enhancement? // British Journal of Radiology. – 2003. – Vol.76. – No.904. – P.220-231.
12. *Miles K.A.* Perfusion CT for the assessment of tumour vascularity: which protocol? // British Journal of Radiology. – 2003. – Vol.76. – No.901. – P.36-42.
13. *Jeswani T., Padhani A.R.* Imaging tumour angiogenesis // Cancer Imaging. – 2005. – Vol.5. – P.131-138.
14. *Sheiman R.G., Sitek A., Goh V., and Halligan S.* CT Perfusion Imaging: Know Its Assumptions and Limitations // Radiology. – 2008. – Vol.246. – No.2. – P.649-650.
15. *Vidal F.P., et al.* Principles and Applications of Computer Graphics in Medicine // COMPUTER GRAPHICS forum. – 2006. – Vol.25. – No.1. – P.113–137.
16. *Абакумов В.Г., Рыбин А.Н., Сватош Й., Синекон Ю.С.* Системы отображения в медицине. – К.: Юніверс, 2001. – 336 с.
17. *Гонсалес, Вудс* Цифровая обработка изображений. – М.: Техносфера, 2005. – 616с.

Надійшла до редакції: 05.03.2009.

© С.М. Алхімова, В.П. Яценко

Кореспонденція: Алхімова С.М. ,
вул.Виборгська, 1/408, 03056, Київ, Україна
E-mail: asnarta@mail.ru