

**УДК 004.932:616-073.756.8**

**Алхімова С.М., Іванов О.К.**

**ІНФОРМАТИВНІСТЬ КРИВИХ ЗАЛЕЖНОСТІ КОНЦЕНТРАЦІЇ  
КОНТРАСТНОЇ РЕЧОВИНИ ВІД ЧАСУ В ПЕРФУЗІЙНІЙ ТОМОГРАФІЇ**

*Національний Технічний Університет України «КПІ»,*

*Київ, Янгеля 16/2, 03056*

**Alkhimova S.M., Ivanov O.K.**

**INFORMATION CAPABILITY OF TIME-CONCENTRATION PLOTS IN  
PERFUSION TOMOGRAPHY**

*National Technical University of Ukraine "KPI",*

*Kyiv, Yangelya 16/2, 03056*

*Анотація. Ця робота надає відомості про проблеми обчислення перфузійних характеристик за кривими залежності концентрації контрастної речовини від часу в томографічних дослідженнях перфузії.*

*Ключевые слова: перфузійні характеристики тканин, томографія.*

*Abstract. This work provides information of perfusion values estimation problems based on time-concentration plots from perfusion tomography.*

*Key words: perfusion characteristics of tissue, tomography.*

На сьогоднішній день для визначення перфузійних характеристик найбільшого поширення набули методи рентгенівської комп'ютерної томографії (КТ) та магнітно-резонансної томографії (МРТ) із внутрішньовенним введенням болуса контрастного препарату під час проведення діагностичного дослідження. Переваги цих методів полягають в мінімальній інвазивності, високій чутливості в оцінюванні тканинної мікроциркуляції, високій роздільній здатності, швидкості проведення дослідження в рамках стандартних протоколів і, нарешті, у відтворюваності результатів з плином часу [1, 2].

Методика проведення перфузійного КТ та МРТ дослідження полягає в наступному: в міру того, як контрастна речовина проходить по судинах, зображення одного і того ж зрізу багаторазово реєструють томографом. Графік зміни інтенсивності сигналу при проходженні контрасту визначає залежність між інтенсивністю сигналу та концентрацією контрастної речовини в кожному пікселі отримуваних в часі томографічних зрізів. Саме крива залежності концентрації контрастної речовини від часу дозволяє розрахувати гемодинамічні параметри досліджуваної ділянки [3].

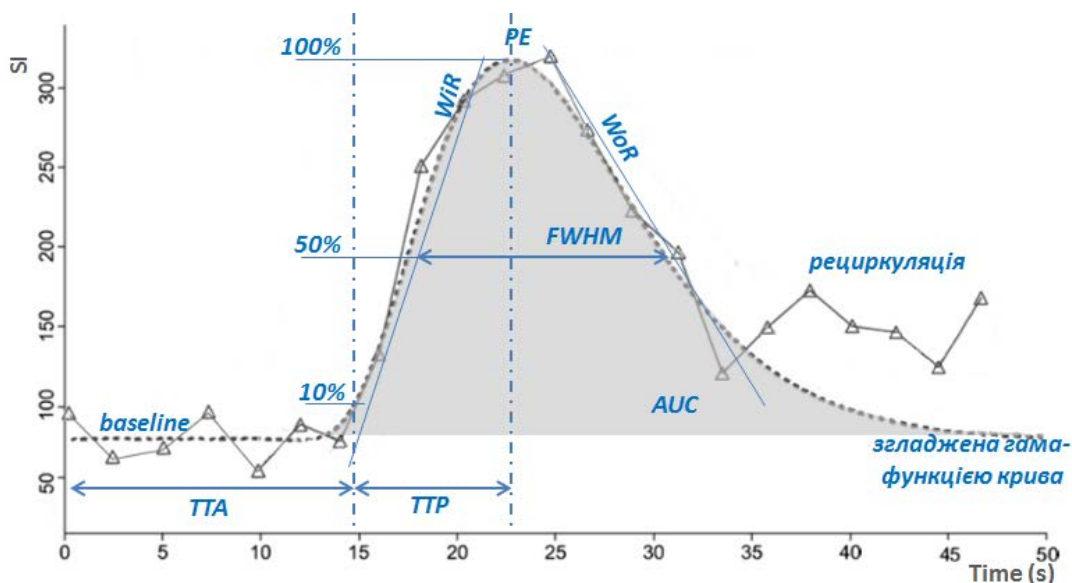
Для кількісної оцінки використовують основні перфузійні тканинні характеристики: кровотік (або перфузія), об'єм кровотоку та середній час проходження крові, які зазвичай визначаються за даними інтерпольованих кривих залежності концентрації контрастної речовини від часу. Однак чимале значення в діагностиці відіграють і інші перфузійні характеристики, отримані за оригінальними даними цих кривих. Наявність шуму в сигналі, а отже, і спотворення графіків кривих залежності концентрації контрастної речовини від часу спричиняє проблеми в розрахунку перфузійних характеристик.

Метою даної доповіді є визначення проблем обчислення перфузійних характеристик за кривими залежності концентрації контрастної речовини від часу в томографічних дослідженнях перфузії.

Перфузійна томографія заснована на факті, що інтенсивність отримуваного від будь-якої тканини сигналу змінюється після введення контрастної речовини та пропорційна концентрації контрастної речовини в цій тканині. Криві зміни інтенсивності сигналу, а отже, і криві залежності концентрації від часу, за якими розраховують перфузійні характеристики, спотворюються шумовими викидами та ефектом рециркуляції (рис.1).

Критичним для оцінки перфузійних характеристик є визначення часу надходження контрасту (TTA, time to arrival) – моменту часу, в який болюс контрастної речовини досягає досліджуваної тканини. Для визначення значення моменту часу надходження контрасту радять знаходити момент часу, інтерпольований між точками на кривій, коли зміна інтенсивності сигналу

досягла за різними джерелами від 10% до 30% розмаху сигналу під час проведеного дослідження.



**Рис. 1. Схема розрахунку перфузійних характеристик**

Розрахунок більшості з перелічених характеристик також залежить від точності визначення початкової інтенсивності сигналу (initial signal intensity або baseline). Ця лінія має визначати інтенсивність сигналу на стадії до потрапляння контрастної речовини до досліджуваної ділянки. Чисельно початкова інтенсивність сигналу обчислюється як середнє значення інтенсивності сигналу на проміжку від початку дослідження до моменту часу надходження контрасту до тканини. Проблемами у визначенні цього показника є великий рівень шуму, точність визначення часу надходження контрасту та деяка хаотичність сигналу на початкових зображеннях часового дослідження (особливо це стосується МРТ досліджень). Як результат, для розрахунку початкової інтенсивності сигналу не радять використовувати три перші точки кривої.

У визначенні максимального підсилення (PE, peak enhancement) та часу набуття максимального підсилення як максимального значення сигналу та відповідного йому значення моменту часу не виникає труднощів на даних дискретного сигналу. Однак, під час проведення інтерполяції даних через шумові викиди виникає ефект бімодальності розподілу кривої концентрації, що спотворює визначення максимального підсилення та відповідного моменту часу

за інтерпольованими даними.

В безпосередній залежності від точності визначення часу набуття максимального підсилення та часу надходження контрасту перебуває розрахунок значення часу до моменту максимального підсилення (TTP, time to peak), що обчислюється як різниця між наведеними моментами часу.

Точність розрахунку показника об'єму крові як площі під кривою (AUC, area under the curve ) залежить від можливості позбутися ефекту рециркуляції. Використання гама-розподілення для згладжування кривої дозволяє позбутися цього ефекту, тому площу радять знаходити саме під згладженою кривою.

Розрахунок повної ширини на рівні половинної амплітуди (FWHM, full width at half maximum), що відповідає середньому часу проходження крові через досліджувану ділянку, безпосередньо залежить від точності визначення значень початкової інтенсивності сигналу та максимального підсилення.

Для визначення значень коефіцієнтів надходження (WiR, wash-in rate) та вимивання (WoR, wash-out rate) контрастної речовини знаходять як максимальний нахил кривої від часу надходження контрасту до часу максимального підсилення та від часу максимального підсилення до моменту рециркуляції відповідно

#### Література:

1. McGehee, B. E. Brain perfusion imaging: how does it work and what should I use? / B.E. McGehee, J.M. Pollock, J.A. Maldjian // Journal of Magnetic Resonance Imaging. – 2012. – Vol. 36. – P.1257-1272
2. Miles, K. A. Perfusion imaging with computed tomography: brain and beyond / K.A. Miles // European Radiology. – 2006. – Vol. 16, № 7 – M37-M43.
3. Алхімова С. М. Огляд методу перфузійної комп'ютерної томографії та його застосування в онкології / С. М. Алхімова, В. П. Яценко // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2011. – №1. – С. 119-125.

Стаття відправлена: 09.06.2014г.

© Алхімова С.М., Іванов О.К.