

ФИЗИЧНИЯТ СВЯТ НА КОМПЮТЪРНАТА ТОМОГРАФИЯ

Цветелина Мирчева¹, Невенка Бонинска², Стефани Димитрова¹

¹Студент, УС „Рентгенов лаборант”, Медицински колеж,
Медицински университет – София

²УС „Рентгенов лаборант”, Медицински колеж, Медицински университет – София

THE PHYSICAL WORLD OF COMPUTED THOMOGRAPHY

Tsvetelina Mircheva¹, Nevenka Boninska², Stefani Dimitrova¹

¹Student, TRS X-Ray Technician, Medical College, Medical University of Sofia

²TRS X-Ray Technician, Medical College, Medical University of Sofia

РЕЗЮМЕ

Компютърната томография е образен метод, позволяващ изследване на всички структури и системи в човешкото тяло, позволяващ получаването на високо детайлни образи. Компютърната томография е базирана на математически модел, разработен от Йохан Радон през 1917 г. Целта на изложението е да представи физичните принципи на компютърната томография. Използван е документален метод. Проучени са литературни източници, обясняващи принципа на получаване на образа и усъвършенстването на компютъртомографските (КТ) уредби. Формирането на диагностичния (томографския) образ при КТ става в три фази. Първата е сканирането на обекта, втората – компютърното реконструиране и третата е визуализирането на образа върху екрана. От 1971 г., когато започва масовото производство на КТ уредби, и до днес се работи върху непрекъснатото им усъвършенстване – увеличаване броя на детекторите, движението на апарата и др. Въпреки лъчевото натоварване на пациента при КТ изследване, възможността за разграничаване на близки по плътност структури го прави незаменим диагностичен метод.

Ключови думи: физични принципи, компютърна томография, усъвършенстване

ABSTRACT

Computed tomography (CT) is an imaging method that allows the study of all structures and systems in the human body, allowing the production of highly detailed images. CT is based on a mathematical model developed by Johann Radon in 1917. The aim of the article is to present the physical principles of CT. A documentary method has been used. Literary sources have been explored, explaining the principle of image acquisition and the improvement of CT devices. Formation of the diagnostic image in CT occurs in three phases. The first is the scanning of the object, the second is the computer reconstruction and the third is the visualization of the image on the screen. Since 1971, when mass production of CT equipment began, there has been continuous improvement - increasing the number of detectors, movement of the apparatus, etc. Despite the patient's radial load in a CT study, the ability to distinguish structures with similar density makes it an indispensable diagnostic method.

Keywords: physical principles, computer tomography, improvement

ВЪВЕДЕНИЕ

Компютърната томография е образен метод, позволяващ изследване на всички структури и системи в човешкото тяло. Чрез използване на рентгенови лъчи и високоспециализирана компютърна техника позволява получаването на високодетаилни образи и откриването на много малки детайли, които нерядко могат да не се визуализират при конвенционално рентгеново изследване. Компютърната томография е метод, при който от множество изображения на даден обект, заснети от различни ъгли, с помощта на математическа обработка чрез компютър се получава тримерно изображение.

ЦЕЛ

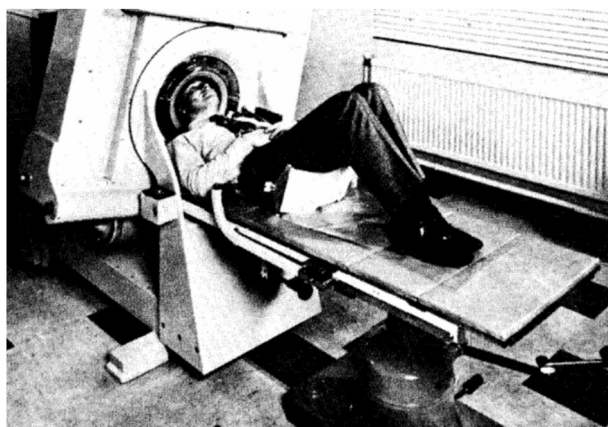
Целта на изложението е да се представят физичните принципи на компютърната томография и формирането на образа при различните поколения компютър-томографски уредби.

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Използван е документален метод. Проучени са литературни източници, обясняващи принципа на получаване на образа и усъвършенстването на апаратурата.

ОБСЪЖДАНЕ

Компютърната томография е базирана на математически модел, разработен от Йохан Радон през 1917 г. Между 1957 и 1963 г. Годфри Хаунсфилд в тясно сътрудничество с Алън Кормарк създават множество прототипи на компютърния томограф. Първата снимка на човек е направена през 1971 г. (Фиг. 1), а на следващата вече започва серийното производство на компютър-томографските уредби.



Фиг. 1

За своето изобретение през 1979 г. двамата получават Нобелова награда за медицина (4). КТ, наричана още осева компютър-томографска диагностика, е метод, при който се използват рентгенови лъчи с цел получаване на информация за структурата и функциите в човешкото тяло. Тя дава възможност да се направят множество снимки от различни положения около тялото на пациента и след това чрез компютърни алгоритми да възстанови информация за плътността на всеки елемент от обема. За разлика от конвенционалната рентгенография, където изображението се състои от отделни пиксели, в КТ изображението се състои от т.нар. „воксели“ (т.е. „обемни пиксели“).

Формирането на диагностичния (томографския) образ преминава през три фази.

Първата фаза е сканирането, където тесен колимиран сноп рентгенови лъчи преминава под различни ъгли през тънък слой тъкани между две напречни равнини от тялото. Сигналите от преминалото лъчение се измерват с голям брой срещулежащи детектори, механично свързани с тръбата в т.нар. гентри. Сигналите от всички едномерни проекции (линейни интегрални) постъпват в паметта на компютър, който управлява и целия диагностичен процес.

Във **втората фаза** – компютърното реконструиране, коефициентът на отслабване в определена точка от среза се представя като сума от линейните интегрални за всички лъчи, преминали през точката. След реконструкцията коефициентът на отслабване на всеки елемент от матрицата (пиксел) се представя чрез т.нар. Хънсфилдови единици (HU). Различните вещества и тъкани имат различни стойности на Хънсфилдовите единици. За еталон се използва водата и за нея $HU=0$. Скалата на Хънсфилдовите единици е от минус 1000 (за въздух) до плюс 3000 (за плътни кости). Меките тъкани имат HU от минус 300 до минус 100 (6).

Третата фаза от формирането на образа е визуализирането, при което на всяка HU се присъва определена яркост, като черният цвят съответства на най-малките стойности на HU, а белият – на най-големите. Използват се 2^{12} или 2^{16} степени на сивота (5).

КТ е медицински апарат, с който се извършват образни изследвания, използващи рентгенови лъчи. Състои се обикновено от три основни блока: сканираща рамка – гентри, пациентска маса и пулт за управление (Фиг. 2).



Фиг. 2

Гентрито може да се наклони до 20° посредством двигател и съдържа основните елементи на компютърния томограф:

- Рентгенова тръба;
- Детектори, които приемат образа, предаван от пациента;
- Високоволтов генератор;
- Бленда, състояща се от пластини, които задават дебелината на среза, и филтри, поставени на хода на рентгеновия лъч с цел намаляване на дифузното лъчение;
- Антена – чрез радиовълни предава информационния сигнал от датчика към външната система за обработка и др. (1);

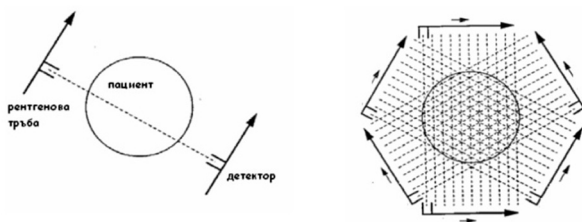
Пациентската маса има Т-образна форма и може да се движи нагоре-надолу до 50 см до центъра на гентрито и хоризонтално от 150 до 200 см.

Според конструкцията съществуват няколко основни поколения (поколения) компютърни томографии. Целта на промяната е получаване на високотехнологично изображение. Всяка една генерация обозначава напредъка на технологичното развитие.

Поколенията КТ се различават по формата на рентгеновия сноп, геометрията на сканиращото движение и детекторната система.

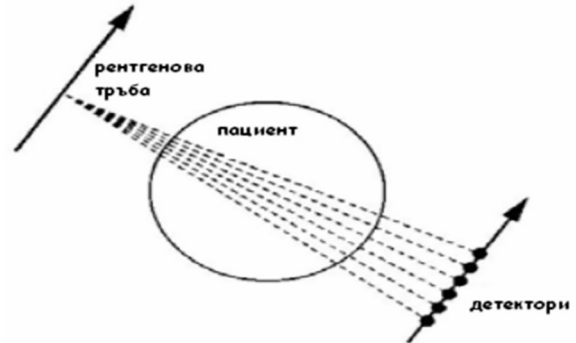
Първа генерация (поколение) – възможно е изследване само на глава, използва се тесен колимиран сноп рентгенови лъчи и само един срещулежащ детектор (Фиг. 3). Системата рентгенова тръба–детектор извършва транслационно-ротационно движение. За получаване на образа на един срез са необходими пет минути.

Второ поколение – движението на системата рентгенова тръба–детектор е същото. Различава се от първото по наличието на няколко де-



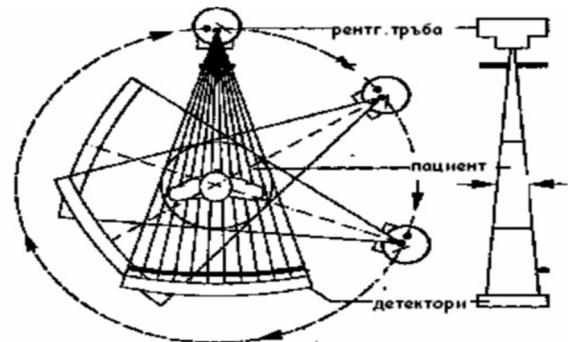
Фиг. 3

тектори и използването на ветрилообразен сноп рентгенови лъчи, с ъгъл при върха на ветрилото 10° , който не обхваща целия обект (Фиг. 4). Намалено е времето за линейно придвижване и за получаване на един срез са необходими около 20 секунди.

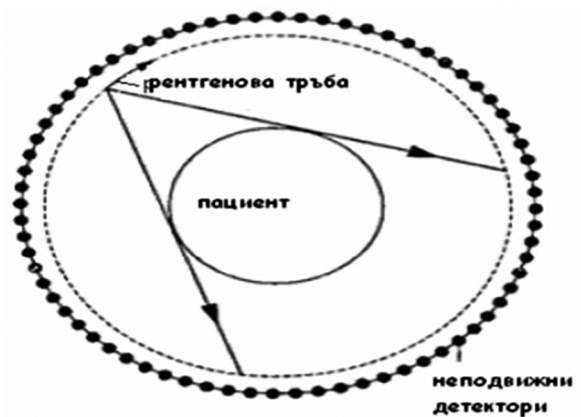


Фиг. 4

Трето поколение – използва широк ветрилообразен сноп, покриващ целия обект, и голям брой срещулежащи детектори (Фиг. 5). Системата тръба–детектори извършва само ротационно движение. Времето за получаване е по-малко от секунда.



Фиг. 5

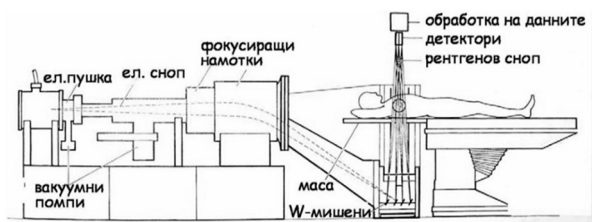


Фиг. 6

Четвърто поколение – различават се от трето поколение по наличието на голям брой не-

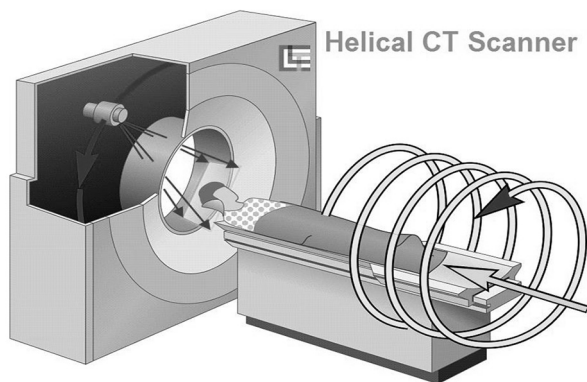
подвижни детектори, изцяло запълващи пръстена около пациента. Ротационно движение извършва само рентгеновата тръба (Фиг. 6). Броят на датчиците се увеличава до 360.

Пето поколение – образът се получава за 50 ms. Предназначени са за кардиологията, тъй като позволява изследването на бързи динамични процеси. В тях не се използва рентгенова тръба, а електроните се генерират в електронна пушка, бомбардиращи фолфрамови мишени, които са разположени в 4 успоредни пръстена във вид на арка с ъгъл 210° около пациента. Всички елементи са неподвижни. Срещу мишените е разположена арка от фотодиодни детектори (2) (Фиг. 7).



Фиг. 7

В началото на 90-те години на ХХ век се въведе технологията „slip ring“ (плъзгащ се пръстен), който е контактен пръстен, отвеждащ сигналите и осъществяващ предаването на високото напрежение (Фиг. 8). Позволява непрекъснато въртене на рентгеновата тръба. Добавен към трето и четвърто поколение прави възможно въвеждането на спиралната КТ, която в някои публикации се определя като шеста генерация КТ.



Фиг. 8

Използвайки метода компютърна томография, имаме възможност за:

- специфична постпроцесингова обработка, позволяваща оказване на точно определени от оператора стойности на потъмняване (прозорец/)

- Разграничаване на разлики в плътността на тъканите до 0,25-0,5%;
- Визуализиране на сигналите от тънък слой тъкани;
- 3D реконструкции.

Недостатък на компютърната рентгенова томография е голямото лъчево натоварване на пациента. Например: стойност на ефективната доза при КТ на глава е 2,3 mSv, при стойност за същата величина при рентгенография на череп е 0,07 mSv. При рентгенография на бял дроб получената доза е 0,02 mSv, а при КТ е между 5,8 и 8 mSv (6). Това изисква строго обосноваване на всяко компютър-томографско диагностично изследване. Въпреки това диагностичната стойност на този тип изследвания ги прави оправдани.

ИЗВОДИ

1. Компютърната томография е образен метод, позволяващ изследване на всички структури и системи в човешкото тяло.
2. КТ дава възможност да се направят множество снимки от различни положения около тялото на пациента и след това чрез компютърни алгоритми да възстанови информация за плътността на всеки елемент от обема.
3. Формирането на диагностичния (томографския) образ преминава през три фази – сканиране, компютърно реконструиране и визуализиране.
4. В последните двадесет и пет години направените подобрения в усъвършенстването правят КТ предпочитан диагностичен метод поради получаването на множество срезове за едно завъртане на тръбата и големите обеми информация, които могат да бъдат получени по време на изследването.
5. Въпреки лъчевото натоварване на пациента, при компютър-томографско изследване възможността за разграничаване на близки по плътност структури го прави незаменим диагностичен метод.
6. Съвременната компютърна томография е мощен и модерен метод за диагностика, изискващ постоянното усъвършенстване на апаратурата, с цел намаляване дозата на пациента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Е. Иванов, Лекционен курс, София, 2017
2. Л. Петров, Лекционен курс „Класическа томография, ортопантомография и КТ”, София, 2009
3. К. Велкова и колектив, Мултидетекторна компютърна томография”, Мед. изд. „Райков”, Пловдив, 2015
4. www.wikipedia.org
5. <https://roentgen-bg.org>
6. <https://bionline-bg.com>

Адрес за кореспонденция:
Цветелина Мирчева
Медицински колеж „Й. Филаретова“
спец. „Рентгенов лаборант”
ул. „Й. Филаретова” 3
София, 1606,
e-mail: civeti931224@abv.bg