

Г.Г. Кармазановский

**СПИРАЛЬНАЯ
КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ:
болюсное контрастное усиление**



Москва 2005

ББК Р 364.1551
К 21
УДК 616-073.756.8



Автор и издательство благодарят
компанию Никомед/GE Healthcare,
сделавшую возможным издание этой монографии

Кармазановский Г.Г.

К 21 Спиральная компьютерная томография: болюсное контрастное усиление – М.: Издательский дом Видар-М, 2005. – 376 с.

ISBN 5-88429-087-X

Повсеместное широкое использование спиральной КТ сдерживается настоящим отношением врачей-рентгенологов к скоростному внутривенному введению больших объемов рентгеноконтрастных веществ. Однако только болюсное контрастирование и быстрое сканирование зоны интереса в заданные временные интервалы позволяют получить информацию для дифференциальной диагностики многих заболеваний.

В монографии освещены вопросы выбора контрастного вещества для болюсного контрастного усиления; подробно представлены сведения о физико-химических свойствах современных рентгеноконтрастных веществ и их фармакокинетики, влиянии на функцию почек и других органов. Приведены данные о протоколах исследований различных органов, описаны меры профилактики при экстравазации контрастного вещества, при внутривенной воздушной эмболии и при возникновении ранних и отсроченных побочных реакций на контрастные вещества, а также схемы их лечения. Представлены данные об использовании внутривенного контрастного усиления при обследовании беременных, кормящих матерей и детей.

Монография предназначена лучевым диагностам, в первую очередь специалистам по компьютерной томографии, детским рентгенологам, студентам старших курсов высших медицинских учебных заведений, а также широкому кругу врачей, заинтересованных в получении современной дифференциально-диагностической информации.

Рецензент: заслуженный деятель науки РФ
член-корреспондент РАМН
профессор А.Ю. Васильев

ISBN 5-88429-087-X

© Кармазановский Г.Г. 2005.

© Издательский дом Видар-М, 2005 г.

Оглавление

Введение	9
Глава 1. Роль рентгеноконтрастных исследований в современной компьютерной томографии	13
1.1. Компьютерная томография с болюсным контрастным усилением	14
1.2. КТ-ангиография (КТА)	16
1.3. Параметры, влияющие на геометрию болюса при КТА	19
<i>Демографические характеристики (19) Заболевания (19) Объем вводимого контрастного вещества (29) Скорость инъекции (20) Концентрация йода (21) Преследователь болюса (22) Влияние приема пищи (24) Упражнения рукой во время прохождения болюса (24) Место инъекции (25) Предсказание геометрии болюса, демографическая характеристика пациента (25) Тест-болюс (26) Проследивание болюса (болюс-трек) (28) Математическое моделирование (29) КТА на томографах с одним рядом детекторов (31) КТА на мультidetекторных томографах (32) Сравнение МРА и КТА (32) КТ-артериальная портография (34)</i>	
Литература	35
Глава 2. Йодсодержащие рентгеноконтрастные вещества для внутрисосудистого использования	40
2.1. Органоспецифическая токсичность	47
2.2. Общая характеристика безопасности контрастных веществ . . .	50
2.3. Неионные димеры	52
Литература	55
Глава 3. Побочное действие рентгеноконтрастных веществ.	58
3.1. Сравнение ионных и неионных контрастных веществ	62
3.2. Выборочное или универсальное использование неионных контрастных веществ?	65
3.3. Сравнение низкоосмолярных и изоосмолярных контрастных веществ	67
3.4. Острые побочные реакции на йодистые контрастные вещества	69
3.5. Отсроченные побочные реакции на йодистые контрастные вещества	73
3.6. Отсроченные кожные реакции	77
3.7. Гистологические исследования биопсийного материала кожных высыпаний, индуцированных контрастным веществом	80

3.8. Кожные тесты	81
3.9. Провокационные тесты	83
3.10. Лимфоцитарный трансформационный тест	84
3.11. Специфические антитела	85
3.12. Эозинофилия	85
3.13. Маркеры активации комплемента	86
3.14. IgE-обусловленные реакции	87
3.15. Иммунные комплексы как медиаторы реакции	88
3.16. Реакции, медиатором которых являются Т-клетки.	90
3.17. Активация эозинофилов	92
3.18. Активация неспецифичных тучных клеток	93
3.19. Низкий функциональный уровень С1-ингибитора	93
3.20. Активация неспецифического комплемента	93
Литература	95

Глава 4. Нефропатия, вызываемая рентгеноконтрастными веществами 106

4.1. Влияние рентгеноконтрастных веществ на структуру и функцию почек.	106
<i>Воздействие контрастных веществ на почечную гемодинамику (107) Системные медиаторы (107) Клетки красной крови (108) Внутривисчечные вазоактивные медиаторы (108) Внутривисчечные вазодилататоры (108) Внутривисчечные вазоконстрикторы (109) Эндотелин и контрастные вещества (109) Аденозин (110) Действие контрастных веществ на каналцы почек (110) Функциональное воздействие (110) Канальцево-клубочковый механизм обратной связи (111) Внутриканальцевое давление (111) Канальцевая обструкция (112) Ионы кальция (112)</i>	
4.2. Патофизиологические механизмы острой почечной недостаточности, обусловленной введением рентгеноконтрастного вещества.	112
<i>Гемодинамическое воздействие (113) Прямое токсическое действие молекулы контрастного вещества на канальцевые клетки (114) Свободные радикалы кислорода (117)</i>	
4.3. Экспериментальные модели на животных, используемые для изучения патофизиологии нефротоксического действия контрастного вещества.	118
<i>Модели in vivo (118) Модели in vitro (120)</i>	
4.4. Почечные патологические реакции на йодистые контрастные вещества	120
4.5. Влияние типа контрастного вещества на его нефротоксичность	121
<i>Сравнение нефротоксичности высокоосмолярных и низкоосмолярных контрастных веществ (121) Почечная безопасность неионных димеров (122)</i>	

Литература	127
Глава 5. Влияние контрастных веществ на функцию сердца, сосудов, мозга, легких и щитовидной железы	136
5.1. Влияние рентгеноконтрастных веществ на сердечно-сосудистую систему	136
5.2. Поток крови в микроциркуляторном русле	141
5.3. Действие контрастных веществ на клетки сосудов человека. . .	143
5.4. Нейротоксичность контрастных веществ.	146
5.5. Действие рентгеноконтрастных веществ на резистентность легочных сосудов при легочной ангиографии.	152
5.6. Воздействие рентгеноконтрастных веществ на вентиляцию легких	154
5.7. Влияние рентгеноконтрастных средств на функцию щитовидной железы.	158
Литература	159
Глава 6. Оценка состояния пациента перед введением рентгеноконтрастного вещества. Профилактика побочных реакций	168
6.1. Профилактическое использование кортикостероидов	171
6.2. Универсальная и избирательная премедикация антигистаминными препаратами	176
6.3. Рекомендованные схемы профилактики генерализованных побочных реакций	178
Литература	180
Глава 7. Профилактика нефротоксического действия контрастных веществ	185
7.1. Факторы, связанные с пациентом.	186
7.2. Факторы, не связанные с пациентом	186
<i>Допамин (189) Антагонисты эндотелина (189) Антагонисты аденозина (190) Блокаторы кальциевых каналов (190) Фенолдопам (191) N-ацетилцистеин (192) Другие средства профилактики нефротоксичности контрастных средств (195)</i>	
7.3. Использование контрастных веществ у больных сахарным диабетом, получающих метформин (глюкофаг)	197
7.4. Рекомендации по назначению исследований с контрастным веществом у пациентов, страдающих сахарным диабетом и принимающих метформин	199
7.5. Профилактический гемодиализ как мера предотвращения нефротоксического действия контрастных веществ	200
Литература	203

Глава 8. Некоторые аспекты оптимизации протоколов рентгеноконтрастных КТ-исследований	211
8.1. Брюшная полость	211
8.2. Легкие	235
8.3. Аорта, ее ветви и сердце	241
8.4. Травматические повреждения	250
Литература	253

Глава 9. Экстравазация контрастного вещества, ятрогенная воздушная венозная эмболия и их лечение	264
9.1. Факторы риска, связанные с пациентом	266
9.2. Тип контрастного вещества и его объем	267
9.3. Факторы, зависящие от техники инъекции	268
9.4. Механизмы экстравазации и токсичности	269
9.5. Клиническая картина	270
9.6. Лечение экстравазации контрастного вещества	271
9.7. Ятрогенная воздушная венозная эмболия	272
9.8. Лечение венозной воздушной эмболии	275
Литература	277

Глава 10. Лечение проявлений нефротоксического действия контрастных веществ	281
10.1. Маркеры нефропатии, обусловленной введением рентгеноконтрастных веществ	281
10.2. Роль гемодиализа в выведении йодистых контрастных веществ при нефропатии	287
10.3. Выведение контрастного вещества путем перитонеального диализа	290
10.4. Элиминация контрастных веществ на основе гадолиния	291
Литература	293

Глава 11. Лечение генерализованных побочных реакций на рентгеноконтрастные вещества	298
11.1. Лечение специфических реакций	302
<i>Тошнота и рвота (302) Бронхоспазм (303) Отек гортани (304) Артериальная гипотензия (304) Вагусная реакция (305) Общие анафилоктоидные реакции (306)</i>	
11.2. Схемы лечения тяжелых осложнений	307
Литература	310

Глава 12. Рентгеноконтрастные исследования у беременных, кормящих матерей и детей	313
12.1. Мутагенность и тератогенность контрастных веществ	313
12.2. Проникновение контрастных веществ через плаценту	314

12.3. Йодистые контрастные вещества внутри плода	315
<i>Распределение и выделение (315) Потенциально вредное воздействие контрастного вещества на щитовидную железу плода (316)</i>	
12.4. Рентгеноконтрастные исследования у детей	317
12.5. Спиральная КТ с контрастным усилением	319
12.6. Оценка побочного действия рентгеноконтрастных веществ у детей	322
Литература	324

Глава 13. Другие (неуротропные) рентгеноконтрастные вещества для КТ с контрастным усилением 329

13.1. Липиодол-КТ	329
13.2. КТ-холангиография	331
13.3. КТ с контрастным усилением хелатами гадолиния	333
<i>Фармакокинетика хелатов гадолиния (336) Токсичность (LD50) (337) Нефротоксичность МРКС при рентгеноконтрастных исследованиях (340) Случаи генерализованных реакций на гадолиний-содержащие контрастные вещества (344) Смесь гадолиний-содержащих и йодистых контрастных веществ (345)</i>	
Литература	346

Глава 14. Взаимодействие рентгеноконтрастных веществ с другими лекарствами 353

14.1. β -блокаторы	355
14.2. Интерлейкин-2	356
14.3. Действие контрастных веществ на коагуляцию	357
14.4. Действие контрастных веществ на фибринолиз	357
14.5. Смешивание контрастных веществ с другими лекарствами	358
14.6. Влияние контрастных веществ на результаты биохимических исследований	358
Литература	359

Глава 15. Перспективы клинического применения длительно циркулирующих в кровеносном русле и накапливающихся в ретикулоэндотелиальной системе КТ-контрастных веществ . . 361

Литература	370
----------------------	-----

Заключение 373

Спиральная компьютерная томография с болюсным контрастным усилением в Институте хирургии им. А.В. Вишневского РАМН является одним из ведущих методов неинвазивной диагностики хирургических заболеваний. Широкое использование метода позволило отказаться от многих диагностических процедур традиционной ангиографии.

В отделении лучевой диагностики нашего института были разработаны методики болюсного контрастного усиления при спиральной КТ и защищены первые в стране кандидатские диссертации на эту тему.

Возможности метода были существенно расширены в новом направлении – «виртуальная хирургия», когда трехмерные реконструкции области патологии подвергались различным манипуляциям бригадой, состоящей из хирурга и врача-рентгенолога. На трехмерной модели отрабатываются как возможность хирургического вмешательства, так и его нюансы. Это принципиально новая идеология хирургической деятельности, но она не могла бы воплотиться в жизнь без повышения разрешающей способности КТ в визуализации артерий, вен, патологических изменений в органах благодаря методике болюсного контрастного усиления КТ-изображения.

Применение современных неионных рентгеноконтрастных веществ обеспечивает высокую безопасность рентгеноконтрастных КТ-исследований и позволяет рекомендовать спиральную КТ с болюсным контрастным усилением как рутинную методику для обследований пациентов на догоспитальном этапе.

Представленный труд, несомненно, вызовет интерес читателей. Надеюсь, что опыт нашего института будет полезен всем, кто совершенствует методики КТ-исследований, а также всем врачам, заинтересованным в расширении источников получения диагностической информации.



Зам. директора Института хирургии
им. А.В. Вишневского РАМН
по научной и лечебной работе,
заслуженный врач РФ,
канд. мед. наук Еропкина А.Г.

Заключение

Количество КТ-исследований в мире неуклонно растет. Так, по данным на 1993 год в США ежегодно выполнялось более 10 миллионов диагностических рентгенологических процедур с использованием йодистых контрастных веществ. Согласно данным по продажам контрастных веществ, о которых сообщает Morris, с 1985 по 1991 гг. стоимость контрастных веществ в США увеличилась десятикратно [1]. Основная причина – существенное увеличение частоты использования низкоосмолярных контрастных веществ. Хотя цена низкоосмолярных контрастных веществ значительно снизилась по сравнению с высокоосмолярными (с 10 : 1 до уровня 6–5 : 1), различия в цене остаются существенными [2]. Во многом, особенно в современных отечественных условиях, это становится причиной сдержанного отношения к широкому использованию КТ-исследований с болюсным контрастным усилением.

Безусловно, КТ с контрастным усилением как метод диагностики имеет много достоинств, но потенциальные проблемы, связанные с увеличением радиационной дозы, и *риски, связанные с применением контрастных веществ, особенно высокоосмолярных ионных, необходимо тщательно взвешивать, рассматривая все факторы за и против рентгеноконтрастных исследований.*

Рентгенологическая общественность еще не совсем осознала значимость и перспективность 64-срезовой МДКТ, а уже на конгрессе Рентгенологического Общества Северной Америки (RSNA) осенью 2005 г. заявлено о создании прототипа 256-срезового мультidetекторного компьютерного томографа. И если уже сейчас возможно получение изображений толщиной менее 1 мм, то какого предела реально достичь при томографии на таких сканерах? Не исключено, что через 10–15 лет, а может, и раньше томография станет составной частью медицинской дисциплины с каким-то новым названием, которая будет объединять, скажем, гистологов, проводящих световую микроскопию удаленных во время операции патологических тканей и виртуальных гистологов (лучевых диагностов), имеющих возможность изучать те же ткани, но в организме человека *при равной разрешающей возможности обоих методов.*

Но как бы ни развивалась диагностика, в той или иной форме контрастные вещества всегда будут использоваться для достижения лучшего качества изображения, изучения функции органов, оценки эффективности

проводимого лечения и, возможно, еще в неизвестных пока областях медицины будущего.

Литература

1. Morris TW. X-ray contrast media: Where are we now and where are we going. Radiology. 1993. V. 188. P. 11–16.
2. Ellis JH, Cohan RH, Sonnad SS, CohanNS (1997) Response. Radiology. 1997. V. 203. P. 312–314.

Научно-практическое медицинское издание

Кармазановский Г.Г.

Спиральная компьютерная томография: болюсное контрастное усиление

Художник
А.И. Морозова

Верстка
А.Ю. Нестеров

Корректор
Н.А. Шелудякова

Выпускающий редактор
Л.С. Родионова

ООО «Издательский дом Видар-М», 109028 г. Москва, а/я 16
тел. (095) 589-86-60, тел./факс (095) 675-64-81
Лицензия ИД № 00322 от 27.10.99 в Министерстве РФ
по делам печати, телерадиовещания
и средств массовых коммуникаций

Подписано в печать 27.12.2005

Формат 70 × 100 ¹/₁₆

Печать офсетная

Печ. л. 23,5

Тираж 1000

Заказ

ISBN 5-88429-087-X



9 785884 1290877