

”Ядерная медицина в США”

Макеев С.С.*, Тарасов В.В. **

**Институт нейрохирургии им. акад.А.П.Ромоданова АМН Украины, Киев, Украина*

Городская клиническая больница №1 им. Н.И.Пирогова, Севастополь, Украина

1. Этот доклад написан благодаря возможности предоставленной программой “Contemporary Issues Fellowship Program” (CIF) Бюро по делам образования и культуры Государственного департамента США, которая управляется Советом Международных Научных Исследований и Обменов (IREX). Представительства IREX имеются в большинстве крупных городов СНГ и любой врач, желающий повысить свой профессиональный уровень, может обратиться за подобной информацией в ближайшее представительство IREX или ознакомиться с условиями программы на его сайте.

Авторы доклада в течение 4 месяцев изучали методики ядерной медицины в онкологической клинике Америки –Memorial Sloan-Kettering Cancer Center в Нью Йорке у ведущих специалистов США именно благодаря программе CIF.

2. Итак, «Ядерная медицина в США».

3. Что бы хотя бы поверхностно оценить масштабы развития ядерной медицины в США приведем несколько цифр. Ежегодно в США проводится 10-12 млн. медицинских процедур с использованием радиоактивных веществ, т.е. ежедневно проводится около 36000 таких процедур. Ежедневно в США возможно провести около 100 различных методик с использованием радиофармацевтических препаратов.

4. Трети пациентов, направляемых в медицинские учреждения США, проводятся процедуры с использованием радиофармпрепаратов. У 28% таких пациентов полученные результаты радионуклидных исследований вынуждают менять тактику дальнейшего лечения.

Продажа радиофармацевтических препаратов (РФП) приносит около \$500 млрд. дохода в год во всем мире, 70% этих продаж совершается в США.

По прогнозам Society of Nuclear Medicine (SNM) в течение последующих 10 лет ожидается прирост числа проводимых радионуклидных процедур на 7-16% ежегодно.

5. Сегодня в США сертифицировано 4000 врачей-специалистов по ядерной медицине, 2700 из них работают по специальности. Сертифицировано также 14000 technologists –специалистов, которые непосредственно проводят инструментальное обследование больного.

Численность врачей по ядерной медицине различна в разных регионах страны, так например в Columbia DC- 1 врач по ядерной медицине на 30000, а в штате New Hampshire- 1 врач на 370000 человек. Рабочая неделя врача по ядерной медицине составляет в среднем 50 часов, ежегодный тренинг (повышение квалификации)- 14 дней, отпуск составляет 44 дня в год.

6. Возраст 62% специалистов по ядерной медицине свыше 50 лет, половина радиологов увольняется на пенсию по возрасту, а из тех, которые остались работать сегодня 40% в возрасте 70-74 лет. Женщины радиологи составляют всего 13% от общего числа.

Шестьдесят пять процентов специалистов по ядерной медицине удовлетворены своей работой, большее число удовлетворенных среди тех, кто старше 45 лет. Мужчины и женщины удовлетворены работой в равной степени.

7. Большинство фирм-изготовителей эмиссионных томографов на сегодняшний день базируются в США. По результатам 1999 года в США насчитывалось около 300 позитронных томографов (ПЭТ), причем около 75% это были «camera based PET», т.е. томографы, которые могли использоваться как ПЭТ и ОФЭКТ. Но уже в 2001 году в США установлено более 200 новых ПЭТ («dedicated PET»).

8. В каких же отраслях медицины используются методы ядерной медицины в США. Нами проведен анализ публикаций в отчетах SNM с целью установить, в каких же отраслях медицины используются эти методы в США, а также цель их использования. Трудно было найти такую медицинскую специальность, в которой бы эти методы не использовались.

9. В первую очередь необходимо отметить онкологию и, обязательно, кардиологию. Сегодня в США существует, в принципе, отдельная дисциплина- ядерная кардиология, создан профессиональный журнал –The Journal of Nuclear Cardiology. Среди других специальностей можно смело называть также нейрохирургию, неврологию, психиатрию, гематологию, общую хирургию, гастроэнтерологию, эндокринологию и т.д.

10. Чем объясняется такое интенсивное использование методов радионуклидной диагностики? В первую очередь конечно же их информативностью. Но кроме этого, наши американские коллеги работают по четким стандартам обследования больных с различной патологией. Эти стандарты являются обязательными к исполнению. Вашему вниманию представлен один из таких алгоритмов диагностики больных с эпилепсией устойчивой к медикаментозному лечению.

11. Говоря о стоимости радиофармацевтических препаратов (РФП), применяемых для сцинтиграфии и ОФЭКТ, можно отметить значительную разницу в ценах. И если стоимость ДТПА составляет всего лишь \$22 за флакон, то Proscint- \$2192 за одну диагностическую дозу. В любом случае по украинским меркам стоимость РФП в США очень высокая.

Радионуклидная диагностика в США представлена, однофотонной томографией и позитронной томографией, которая имеет в Америке колоссальное развитие. В то же время планарная сцинтиграфия представлена значительным числом методов. На сайте SNM в разделе методик ядерной медицины из 31 протокола исследований 27 посвящены планарной сцинтиграфии.

12. Приведем в пример только одну методику – определения пограничных лимфоузлов. Методика проста, малозатратна и позволяет очень эффективно выявлять метастазы и проводить радикальные и в то же время сохранные операции.

13. Несмотря на значительное и повсеместное, развитие позитронной эмиссионной томографии (ПЭТ) в США также активно используется однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ). Что же способствует дальнейшему развитию ОФЭКТ в США?. Основные причины: это появление новых РФП, дальнейшее улучшение технических характеристик ОФЭКТ, возможность проведения мультиэнергетических исследований, эффективность применения метода в ядерной кардиологии а также информативность и дешевизна метода при относительной простоте.

14. Вашему вниманию представлен один из эмиссионных томографов - трехдетекторный ОФЭКТ отделения ядерной медицины Медицинского центра Йельского университета. Хочется сказать несколько слов об этом центре: в нем функционирует два отделения- отделение ядерной кардиологии и отделение ядерной медицины. Научная работа отделения ядерной медицины

посвящена диагностике эпилепсии, получению объединенных изображений. В Йельском университете находится противэпилептический центр, в котором проводят хирургическое лечение больных с резистентной эпилепсией. Ежегодно в центре оперируют около 100 больных. Практически у 100% больных отмечается улучшение состояния (снижение частоты и силы приступов), а у 75% отмечено полное исчезновение эпилептических приступов. Кстати в этом центре на момент нашего пребывания не было ни одного ПЭТ.

15. А именно ПЭТ имеет наиболее мощное развитие в последние годы в США. Так, с 1996 количество ПЭТ центров в США возросло в 3,5 раза. Можно смело говорить, что число позитронных томографов возросло в несколько раз больше. Поскольку, даже в MSKCC, который в 2000 году, имел три ПЭТ, из них один экспериментальный для исследования лабораторных животных, так называемый «MicroPET», то уже в феврале 2002 года там был установлен четвертый гибридный ПЭТ/КТ сканер, о котором речь пойдет несколько позже.

16. Количество ПЭТ- центров в штате зависит от его расположения, населенности, наконец, от финансовой мощи. Например, если на побережьях - в Калифорнии, Нью-Йорке, количество ПЭТ центров составляет 42 и 26 соответственно, то в штате Юта или Небраска имеется всего лишь по 1 ПЭТ-центру. Однако подозреваем, что на сегодняшний день эти цифры уже устарели, насколько интенсивно происходят изменения в США в этом направлении.

17. Важным компонентом ПЭТ является, конечно же, позитрон-излучающий РФП. Существует два пути получения их отделениями ядерной медицины - либо с помощью медицинского циклотрона установленного в данном медицинском учреждении, либо в результате транспортировки из коммерческих центров, в которых расположены промышленные циклотроны. Например, в MSKCC 18-флюородиоксиглюкозу (^{18}FDG) получали из соседнего штата, а H_2O^{15} нарабатывали самостоятельно на небольшом экспериментальном медицинском циклотроне, расположенном в подвале Sloan Kettering Institute (SKI), структурном подразделении MSKCC. Этот циклотрон функционирует с 1968 года.

18. На слайде представлен момент проведения исследования волонтера, у которого изучали реакции функционально активной коры головного мозга на действие снотворных препаратов при

помощи ПЭТ и ЭЭГ. Радиоактивную воду передавали из SKI, где расположен циклотрон, в отделение ядерной медицины при помощи пневмопочты, что при расстоянии в 150 метров занимало всего несколько секунд. Это очень важно, в связи с тем, что O^{15} - ультракороткоживущий РФП с периодом полураспада около двух минут.

19. Обращаем внимание на такой интересный факт, в Сан-Диего (штат Калифорния) расположена фирма “MOBILE PET SYSTEMS, INC”, производящая как стационарные так и мобильные томографы. На слайде представлен один из таких мобильных позитронных эмиссионных томографов.

20. Более чем в 90% случаев ПЭТ проводится с аналогом глюкозы флюородиоксиглюкозой, в которой стабильный фтор заменен на радиоактивный. Почему так широко используется ^{18}F FDG для ПЭТ? Как вы знаете, в опухолях нарушен цикл окислительного фосфорилирования, вместо этого преобладает менее эффективный анаэробный путь окисления, гликолиз. Это приводит к тому что для образования достаточного количества энергии опухолевой клетке необходимо в 19 раз больше глюкозы (также и ^{18}F FDG), чем окружающей здоровой ткани.

21. В результате даже ничтожно малые по размеру опухоли выявляются как высокоинтенсивные очаги накопления этого радиоиндикатора.

22. Сегодняшний день ядерной медицины США это реализация объединения (fusion) изображений, полученных различными методами обследования, возможность их одновременной обработки и формирование единого изображения. Объединенные изображения являются более информативными, чем отдельно взятые и по чувствительности, и по специфичности, и по точности.

23. Поэтому, самым современным направлением в ядерной медицине сегодня является создание мультимодальных систем, например, таких как гибридный ПЭТ/КТ сканер «Biograph» (Siemens), которым оснащен MSKCC. Кстати говоря, врачи и, особенно, technologists весьма положительно отзывались о работе с таким аппаратом.

24. Примером практической реализации результатов объединения изображений может служить данные работы Игоря Зубаля (Zubal I.G.) американца украинского происхождения, сотрудников

его отдела и соавторов. Их работа посвящена диагностике очаговой эпилепсии, для чего используются результаты трех различных обследований: однофотонной томографии во время приступа, такого же обследования в межприступный период и магнитно-резонансной томографии (МРТ). Интересно, что если в 1994 году работы проводились с плоскостными изображениями, то в 2000 году уже интенсивно использовались объемные изображения.

25. Вашему вниманию представлены объединенные ОФЭКТ/МРТ, так называемые fusion images, больного с опухолью головного мозга. Можно четко проследить несовпадение контуров опухоли на ОФЭКТ и на МРТ, что подтверждает более высокую информативность объединенных изображений

26. Какие же дальнейшие перспективы ядерной медицины в США?. Это, конечно же, производство новых РФП для диагностики (апоптоза, гипоксии, ангиогенеза, молекулярной визуализации (экспрессии генов, рецепторов, д-ка меченными моноклональными антителами-МоАТ и др.)), внедрение ^{18}F -меченных радиофармацевтических препаратов, производство медицинских генераторов позитронных излучателей (^{68}Ga , ^{64}Cu , ^{86}Y) и наборов к ним, внедрение мультимодальных технологий (например, ПЭТ/КТ, ОФЭКТ/КТ и др.), использование технологий объединения изображений, а также развитие информационных технологий: Интернета, ядерной телемедицины и дальнейшего развития Picturing Archiving and Communication System (PACS – систем сбора, хранения и передачи медицинской информации о пациентах).

27. Литература

1. Blum J. Receptor radiopharmaceuticals: biomolecular nuclear medicine EJNM. 2000. V.27(2).121-122.
2. Carretta et al. Current trends in nuclear medicine. Am. Nuclear Society. Nuclear News Interview. 2001. 26p.
3. Chan W.C. et al. US radiologists' satisfaction in their profession. Radiology.- 1995.- 194(3).-pp. 69-56.
4. Coel et al. Atlas of Nuclear Medicine, 1996.
5. Deitch C.H. et al. How US radiologists use their professional time: factors that affect work activity and retirement plans. Radiology.-1995.-194(1).-pp.33-40.
6. Deitch C.H. et al. Radiologists in the United States: demographic, professional and practice characteristics. AJR.-1993.-161(3).- pp.471-8.
7. Henkin R. An overview of nuclear medicine in the United States. Am. Nuclear Society. Nuclear News Interview. 1998. 30p
8. Nuclear medicine in the next decade.EANM Working Party. EJNM (2000):27 1277-1279.

9. Owen JB. The sex ratio of American radiologists: comparison and applications by age, subspeciality and type of practice. AJR,1995.165(6) pp.1337-41.
10. Sanjiv S. et al. A tabulated summary of the FDG PET literature. JNM.2001 V.42. 1S-93S.
11. Sinko P. FDG-A significant development in nuclear medicine. Am. Nuclear Society. Nuclear News. Section:Isotopes and radiation. 1999. 59p
12. Shan A.N. Carney G.P. Characteristicsand distribution of nuclear medicine physicians. Invest Radiol.- 1992.- 27(7).- pp.548-52.
13. Wagner H. et al. Highlights 2002 lecture: Reinventing Clinical nuclear medicine JNM 2002 11-27.
14. Zubal I.G. et al. Difference images calculated from ictal and interictal technetium- 99m-HMPAO SPECT scans of epilepsy. JNM.- 1995.-V.36.-№4.- pp. 684 –8 9.
15. Zubal I.G. et al. Ratio images calculated from interictal positron emission tomography and single-photon emission computed tomography for quantification of the uncouplingof brain metabolismand perfusin in epilepsy. Epilepsia.- 2000.- 41(12).- pp.1560-66.
16. www.nuclear-diagnostics.comw
17. www.mobilepet.com
18. www.mskcc.org
19. www.postgradmed.com
20. www.snm.org