

ARTIGO DE REVISÃO

Como Melhorar as Práticas de Medicina Nuclear em Cardiologia nas Economias Emergentes: Papel da Agência Internacional de Energia Atômica

Improving Nuclear Medicine Practices in Cardiology in the Emerging Economies: Role of the International Atomic Energy Agency

Maurizio Dondi, Thomas Pascual, Diana Paez

Seção de Medicina Nuclear e Diagnóstico por Imagem, Divisão de Saúde Humana, Agência Internacional de Energia Atômica, Viena - Áustria

Resumo

As doenças cardiovasculares (DCVs) representam 38% do total das doenças não transmissíveis (DNTs), seguidas de câncer com 27%. Os países de baixa e média renda (PBMRs) são particularmente afetados pelas DCVs, já que mais de 75% de todas as mortes por DCV ocorrem nesses países. Os dados prognósticos globais são alarmantes, pois estima-se que 23,6 milhões de pessoas morrerão por ano devido a DCVs até 2030. Por esse motivo, a Agenda de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas, com seus Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODSs), visa a reduzir a mortalidade precoce por DNT em 30% até 2030. Dentro da família das Nações Unidas, a Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA) está encarregada de promover o uso seguro e pacífico das tecnologias nucleares. A AIEA está fortemente empenhada em realizar a Agenda das Nações Unidas de 2030 e, através da Divisão de Saúde Humana, contribuir para o sucesso dos ODSs. Um dos principais objetivos da Divisão de Saúde Humana é apoiar os Estados Membros para enfrentar o ônus das DCVs através do seu subprograma de Medicina Nuclear e Diagnóstico por Imagem. Isto é conseguido apoiando o estabelecimento e o fortalecimento das capacidades dos Estados Membros para oferecer o uso apropriado e seguro de aplicações clínicas de cardiologia nuclear. O apoio consiste em ajudar os países nos estágios de planejamento e implementação, fornecendo treinamento, mantendo e

melhorando a qualidade da prática clínica, estabelecendo sistemas de gerenciamento de qualidade e aconselhando sobre como cumprir os padrões internacionais, além de usar a tecnologia de forma adequada e segura. Esta revisão abrangerá as atividades da AIEA para promover, implementar e apoiar aplicações nucleares em cardiologia em PBMRs.

Introdução

Em 2015, a Organização das Nações Unidas (ONU) adotou a “Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável” que inclui 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODSs), visando a erradicar a pobreza e a combater as desigualdades e a mudança climática. Os ODSs abrangem uma variedade de necessidades sociais, como educação, saúde, proteção social e oportunidade de trabalho. O ODS número 3 se concentra em assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos em todas as idades. Tal objetivo contempla todas as principais prioridades de saúde, incluindo doenças não transmissíveis (DNTs), estimadas como responsáveis por 52% de todas as mortes de indivíduos com menos de 70 anos de idade, comumente referidas como mortes prematuras. As doenças cardiovasculares (DCVs) representam 38% das causas de morte por DNT, seguidas pelo câncer, com 27%.

A Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA) foi fundada em 1957 como a organização mundial de “Átomos para a Paz” vinculada à ONU, ficando encarregada de trabalhar com seus Estados Membros e multiplicar parceiros pelo mundo para promover o uso seguro e pacífico das tecnologias nucleares. Os objetivos da dupla missão da AIEA – para promover e controlar o Átomo – são definidos no Artigo II do Estatuto da AIEA.

Palavras-chave

Doenças Cardiovasculares/diagnóstico por imagem, Medicina Nuclear, Miocárdio/cintilografia, Agências Internacionais, Energia Nuclear.

Correspondência: Maurizio Dondi

Via Laura Bassi Veratti, 53. CEP: 40137, Viena – Áustria
E-mail: mauriziodondi@yahoo.it

“A Agência buscará acelerar e ampliar a contribuição da energia atômica para a paz, a saúde e a prosperidade no mundo. A AIEA deve assegurar, tanto quanto possível, que a assistência prestada por ela ou a seu pedido ou sob sua supervisão e controle não seja usada para qualquer fim militar”.¹ Tal missão visa em especial os países de baixa e média renda (PBMRs), segundo a definição do Banco Mundial, que são os Estados Membros considerados no trabalho da AIEA² para a introdução e a expansão das técnicas nucleares em cuidados de saúde.

O papel das técnicas nucleares em cardiologia

Nas últimas décadas, a carga global de doença mudou significativamente, passando das doenças transmissíveis infecciosas para as DNTs. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), mais de 38 milhões de pessoas morrem a cada ano como consequência das DNTs. As DCVs são o maior subgrupo de DNTs, matando mais de 17,5 milhões de pessoas por ano, o que corresponde a 31% de todas as mortes globais. Mais pessoas morrem por DCV no mundo do que por qualquer outra causa. As proporções epidêmicas da carga global de DCV caminha lado a lado com o aumento dos fatores de risco comuns, como obesidade, diabetes, inatividade física e dieta deficiente. Os PBMRs enfrentam a maior carga de DCV, pois neles ocorrem mais de 75% das mortes por DCV.³

Enquanto nos países de alta renda a taxa de mortalidade ajustada por idade por DCV diminuiu em 43% de 1990 a 2013, nos PBMRs, o declínio na mortalidade por DCV não foi tão acentuado (< 11%). Além disso, houve uma explosão no número de indivíduos afetados por DCVs em idades mais precoces e potencialmente mais produtivas, limitando, portanto, sua contribuição para o desenvolvimento econômico de seus países. É provável que isso se deva à maior prevalência dos fatores de risco, como tabagismo, obesidade e inatividade física. Acesso limitado aos cuidados básicos para DCV, como manejo de hipertensão, colesterol alto, diabetes e eventos agudos (infarto do miocárdio e acidente vascular cerebral), acesso deficiente a medicamentos e tecnologia, e limitação ou falta de pessoal treinado⁴ também podem contribuir.

Os exames médicos por imagem revolucionaram a assistência à saúde nas últimas décadas ao permitirem o manejo de doença individualizado e adaptado ao paciente. O valor diagnóstico e prognóstico da cintilografia miocárdica de perfusão (CMP) na doença arterial coronariana (DAC) está bem estabelecido.⁵⁻⁸

As técnicas nucleares não fornecem apenas dados de perfusão e função, que auxiliam na tomada de decisão quanto ao manejo; fornecem também informação como dilatação isquêmica transitória (DIT) do ventrículo esquerdo após estresse, captação ventricular direita e atordoamento miocárdico, que também auxiliam no processo de tomada de decisão. Além disso, a CMP é usada a partir da perspectiva da economia da saúde como um porteiro para os procedimentos invasivos mais onerosos,^{9,10} o que determinou sua rápida disseminação no mundo, inclusive nos PBMRs.¹¹

O trabalho da AIEA em cardiologia nuclear

Entre outros programas da AIEA, aquele dedicado à Saúde Humana tem por objetivo aprimorar as capacidades dos Estados Membros da AIEA para abordar questões relacionadas a prevenção, diagnóstico e tratamento de problemas de saúde, auxiliando o desenvolvimento e a aplicação de técnicas nucleares nos cuidados de saúde, num contexto de garantia de qualidade. Como parte do programa de Saúde Humana, o subprograma de Medicina Nuclear foca em especial nas aplicações em cardiologia. Tal tarefa é realizada por meio de diferentes atividades, que variam desde pesquisa clínica até treinamento e educação.

Atividades de Pesquisa Coordenada

As atividades de pesquisa da AIEA são desenvolvidas através de Projetos de Pesquisa Coordenada (PPCs), que reúnem institutos de pesquisa dos Estados Membros, tanto em desenvolvimento quanto desenvolvidos, para colaborar em tópicos de interesse comum. Em geral, os grupos são formados por 10 a 15 instituições de pesquisa que trabalham para adquirir e disseminar conhecimento novo.¹² Além da promoção da pesquisa através de publicações científicas revisadas pelos pares, os produtos dos PPCs incluem o estabelecimento de redes e bancos de dados, o desenvolvimento de dispositivos/ferramentas para diagnóstico e teste, a transferência de tecnologia através de projetos de cooperação técnica, e dissertações de mestrado e teses de doutorado.

A pesquisa ocorre nas instituições participantes identificadas nos PPCs, contratos técnicos e de doutorado, e acordos de pesquisa gratuitos. A AIEA atua como patrocinador e coordenador, tendo um membro da AIEA, o administrador do projeto, designado para liderar cada PPC.

Como a transferência de tecnologia é um dos principais objetivos dos PPCs, em geral abordam tópicos clínicos já explorados em países de alta renda, onde os pacientes podem ter acesso a terapias e diagnósticos de alto nível. Por isso, podem não ser representativos de situações encontradas em diferentes cenários, como as de economias emergentes, em que os recursos financeiros são escassos e o acesso a terapias de alto nível pode não estar garantido. Em alguns casos, os PPCs podem levar a resultados ligeiramente diferentes.

Pesquisa clínica em cardiologia nuclear: resultados dos PPCs da AIEA

O uso de CMP em diabetes assintomático, uma epidemia crescente particularmente no mundo em desenvolvimento devido à adoção de hábitos de vida e alimentares ocidentalizados, foi investigado em um PPC. Conforme estimativa da OMS, mais de 400 milhões de pessoas são afetadas por diabetes tipo 2, número esse que quase quadruplicou nos últimos 30 anos. Enquanto outros estudos sobre o uso de CMP nesse contexto clínico específico relataram uma incidência similar de isquemia em diabéticos assintomáticos, em comparação a não diabéticos com outros fatores de risco,¹³ os resultados do PPC da AIEA¹⁴ mostraram que tal conclusão não necessariamente se aplica a populações do mundo em desenvolvimento. Talvez isso se deva à falta de controle dos fatores de risco e da otimização do manejo. Um importante achado a se considerar: a pesquisa clínica de países e centros de alto nível, onde os pacientes recebem o melhor tratamento possível, pode ter melhores resultados. Além disso, esse PPC estimulou alguns países, como Cuba e Argélia, a conduzirem estudo detalhado nesse assunto em âmbito nacional.

Em outro estudo,¹⁵ explorou-se a associação entre parâmetros de não perfusão e isquemia em CMP com imagens tomográficas (tomografia computadorizada com emissão de fóton único - SPECT) sincronizada com ECG (*gated*) para avaliar se havia associação da função ventricular esquerda (VE) anormal de repouso e da dissincronia intraventricular com isquemia miocárdica induzida. Tal estudo revelou que as diferenças basais no volume VE e no grau de dissincronia acham-se associadas com isquemia induzida no teste de estresse em uma *gated*-CMP-SPECT, sendo que a isquemia induzida por estresse aumenta o grau de dissincronia intraventricular.

A *gated*-CMP-SPECT oferece uma oportunidade única para se avaliar a perfusão miocárdica e a função cardíaca

em um único estudo. Um possível limite, entretanto, é que o atraso entre injeção e aquisição no pico do estresse, tipicamente entre 45 e 60 min, possa impedir a detecção da disfunção VE transitória pós-isquêmica devido a atordoamento miocárdico em pacientes com DAC. O objetivo de um estudo multicêntrico com apoio da AIEA foi determinar se a aquisição precoce de imagem após exercício, i.e., nos 15 min após injeção no pico do estresse, apresenta maior probabilidade de detectar atordoamento VE do que a aquisição de imagem após os 45-60 min convencionais, sem comprometer a qualidade da imagem ou a informação sobre perfusão. A perfusão foi avaliada quantitativamente, assim como a fração de ejeção VE (FEVE). A isquemia foi avaliada usando-se a soma de escores diferenciados, sendo o atordoamento a diferença entre a FEVE de repouso e aquela após estresse. Os resultados desse PPC¹⁶ mostraram que a qualidade da imagem e a informação sobre perfusão foram similares nos estudos após estresse precoce e tardio. Observou-se ainda uma forte associação entre FEVE e isquemia, que foi mais forte nas imagens de estresse precoce do que naquelas do tempo convencional ao se comparar populações isquêmica e não isquêmica. Concluiu-se, portanto, que a aquisição precoce de imagem após exercício é viável e pode aprimorar a detecção de atordoamento pós-isquêmico sem comprometer a qualidade da imagem e a informação sobre perfusão.¹⁶

Em outro PPC, um estudo multicêntrico internacional¹⁷ realizou uma comparação cabeça a cabeça do uso de angiotomografia coronariana (ATC) e de CMP em pacientes com suspeita de DAC. As duas modalidades são com frequência usadas de modo alternado, embora explorem dois aspectos diferentes da DAC. Na verdade, a ATC detecta a presença de doença anatômica e sua extensão, mas fornece informação limitada quanto à presença de isquemia. Por outro lado, a CMP fornece dados funcionais sobre os efeitos de possível estenose coronariana na perfusão miocárdica, mas não permite a visualização direta da placa aterosclerótica. Esse estudo randomizado investigou o desencadeamento de uma cascata de outros exames a partir da ATC ou da CMP quando usadas para a avaliação inicial de possível DAC. Esse estudo mostrou que a estratégia da CMP pode resultar em menor uso de testes para tomada de decisão clínica, embora com um pequeno aumento da exposição à radiação.

Embora a relação com a relativamente pequena exposição à radiação decorrente dos exames médicos não possa ser totalmente demonstrada, devido à falta de estudos

prospectivos sobre o assunto,^{18,19} há crescente preocupação entre a população. O aumento relatado na exposição à radiação por exames médicos nos Estados Unidos nas últimas décadas pode ser atribuído principalmente ao maior uso de tomografia computadorizada (TC), procedimentos de medicina nuclear,^{20,21} e CMP. A AIEA está encarregada de promover o uso seguro da radiação; assim, a constatação de que pouco se sabia quanto ao uso no âmbito mundial de protocolos e estratégias de CMP para a redução da dose efetiva (DE) incitou a realização de um estudo internacional, intitulado “IAEA Nuclear Cardiology Protocols Cross-Sectional Study (INCAPS)”. Tal estudo coletou informação detalhada sobre protocolos usados em 308 laboratórios de cardiologia nuclear, voluntariamente arrolados em 65 países. Os centros participantes foram solicitados a informar sobre exames de CMP realizados durante uma única semana em março-abril de 2013. Foi relatado um total de 7911 pacientes. O nível de DE individual dos pacientes foi relacionado a um índice de qualidade (IQ) baseado em oito melhores práticas²² previamente identificadas por um painel de especialistas internacionais. Os resultados²³ melhoraram a compreensão da prática e as oportunidades atuais para identificar áreas para aprimorar a qualidade do cuidado e reduzir disparidades, o que, por sua vez, reduziria a carga global de radiação por CMP. De particular relevância foram os achados sobre uma ampla variação, regional, de DE.²⁴ Tal estudo também demonstrou que a utilização de protocolos apenas de estresse, quando clinicamente viável, pode contribuir para uma significativa redução na DE.²⁵

Educação e Treinamento

Devido à natureza multidisciplinar da cardiologia nuclear, todos os membros da equipe de exame de imagem devem ser adequadamente treinados e preparados para produzir resultados de alta qualidade que podem afetar o manejo do paciente de maneira confiável e significativa. Em muitos países em desenvolvimento, os praticantes da medicina nuclear têm limitado acesso aos recursos educacionais, tendo, com frequência, poucas oportunidades para discussão com seus pares. Segundo uma pesquisa no Banco de Dados de Medicina Nuclear (NUMDAB) da AIEA,²⁶ parece que dos mais de 600 centros censurados em âmbito mundial, 40% não praticam nada de cardiologia nuclear.

A prática qualificada da cardiologia nuclear requer treinamento sólido e educação para torná-la uma ferramenta efetiva no combate à crescente incidência

das DCVs. Ciente disso, a AIEA iniciou vários projetos educacionais de apoio aos praticantes da cardiologia nuclear em países com recursos limitados, de modo a elevar o nível de sua prática a padrões internacionais. O treinamento em cardiologia nuclear representa um desafio especial, pois envolve duas especialidades médicas ao mesmo tempo.

Nos últimos 10 anos, através do programa de Cooperação Técnica, o Setor de Medicina Nuclear auxiliou o treinamento de mais de 500 praticantes de Estados Membros da AIEA, tanto com sua alocação em centros de treinamento selecionados como com sua participação em cursos regionais de treinamento.

Campus de Saúde Humana

Em sintonia com a contínua evolução da área médica, assim como com o avanço e a diversidade dos métodos para a promoção de desenvolvimento de esforços nesta era digital, a Divisão de Saúde Humana da AIEA aprimorou seu programa com a incorporação, em seu repertório de projetos, de recursos educacionais *online* para profissionais de saúde a fim de promover seu compromisso na abordagem das necessidades dos seus Estados Membros nos campos de medicina nuclear e nutrição. O *Campus* de Saúde Humana (HHC) ([/www.humanhealth.iaea.org](http://www.humanhealth.iaea.org)) é uma iniciativa de recursos educacionais *online* que visa aprimorar o conhecimento dos profissionais de saúde.

Lançado em outubro de 2010, o HHC atua como um ‘*campus virtual*’ com mais de 250.000 usuários regulares de mais de 100 países. Esse *website* educacional mantém padrão de alta qualidade, fornecendo informação técnica atualizada, que é disponibilizada em colaboração com sociedades médicas e especialistas em saúde internacionais, em conformidade com sólidas estratégias e métodos educacionais para a obtenção de seus objetivos.

O HHC inclui uma ampla seção sobre medicina nuclear que cobre todo o espectro da prática clínica, com uma seção bem desenvolvida sobre cardiologia nuclear.²⁷ A seguir, algumas orientações para os praticantes da cardiologia nuclear:

- Casos para ensino
- Palestras dos cursos e reuniões de treinamento da AIEA
- Diretrizes sobre interpretação e laudos
- Módulos de aprendizagem eletrônica sobre:

- Interpretação Básica de ECG para a Prática de Cardiologia Nuclear
- Oito Melhores Práticas para Cardiologia Nuclear
- Cintilografia Miocárdica de Perfusão
- Galeria de Casos de Cardiologia: Pacientes Assintomáticos
- Atlas dos Exames de Cintilografia Miocárdica de Perfusão-SPECT

Diretrizes/Recomendações, Publicações e Conferências

O HHC oferece *links* para a Sociedade Americana de Cardiologia Nuclear (ASNC), que disponibiliza uma variedade de Diretrizes de Imagem para Procedimentos de Cardiologia Nuclear com as respectivas datas mais recentes de aprovação ou endosso.²⁸

A *Human Health Series* é uma linha de publicação com títulos em cardiologia nuclear que fornece não apenas uma visão geral abrangente sobre a DCV como problema de saúde pública nos países em desenvolvimento, mas ainda a evidência subjacente à adequação e à justificativa dos métodos de cardiologia nuclear.²⁹ A publicação mais recente e revisada traz uma detalhada análise de todos os passos envolvidos na prestação de serviços de cardiologia nuclear, visando auxiliar a implementação, a homogeneização e o aprimoramento da prática de CMP nos Estados Membros onde a técnica está sendo desenvolvida. Tem ainda por objetivo auxiliar a consolidar as práticas de cardiologia nuclear já existentes, para facilitar sua atualização para padrões atualmente aceitos para prestar serviços de melhor qualidade à população. Os cenários clínicos em que os pacientes têm mais chance de se beneficiar da CMP com SPECT ou tomografia por emissão de pósitron (PET) foram claramente identificados.³⁰

Ao longo dos anos, a AIEA tornou-se um provedor de Educação Médica Continuada (EMC),³¹ tendo recentemente implementado a concessão de créditos de EMC para alguns eventos educacionais presenciais, como conferências e cursos regionais de treinamento destinados à prática de profissionais médicos (incluindo cardiologistas nucleares). Tais eventos são organizados pela Divisão de Saúde Humana da AIEA em conformidade com as rígidas regras do Conselho Europeu de Acreditação para EMC de diretrizes e processos da *Union Européenne des Medecins Specialists* (EACCME/UEMS). A concessão de créditos de EMC é

essencial para a manutenção de certificação profissional na maioria dos Estados Membros. Os créditos de EMC têm reconhecimento mundial.

Webinars em Cardiologia Nuclear

Webinars – uma mídia de apresentação ao vivo na internet – permitem a disseminação simultânea de conteúdo para vários ouvintes/espectadores individualmente ou em auditórios em âmbito mundial, facilitando, assim, o acesso a localizações remotas. Além disso, os *webinars* são gravados, permitindo contínuo acesso a palestras no momento e no local mais conveniente ao usuário. Desde 2013, a AIEA em cooperação com a ASNC iniciou uma série de *webinars* de cortesia para promover as melhores práticas em cardiologia nuclear.

Oferecidos como uma iniciativa educacional conjunta entre a ASNC e a AIEA, esses *webinars* interativos e ao vivo permitem aos participantes avaliar suas habilidades e aprimorar seu conhecimento referente às melhores práticas em cardiologia nuclear. Houve transmissão ao vivo de 21 *webinars*, sendo suas versões gravadas disponibilizadas mediante demanda e gratuitamente no HHC. Esses *webinars* abrangem um amplo espectro,³² desde “CMP básica” e “Anatomia Coronariana e Base de Hiperemia e Fluxo Coronariano para o Médico” até “Incorporação dos Achados Clínicos e de ECG na Interpretação e no Laudo da CMP”. O comparecimento a cada evento *webinar* sempre variou em torno de 250-300 inscritos em âmbito mundial. Além disso, para ampliar a cobertura, alguns *webinars* foram transmitidos em espanhol e francês, e, muito breve, serão em árabe.

Conferências Internacionais

A AIEA organizou duas conferências internacionais sobre Exames Médicos de Imagem Integrados em Cardiologia (IMIC 2013 e IMIC 2016), ambas em Viena. A IMIC 2013 teve audiência de 270 participantes de 70 países, e a IMIC 2016 juntou 350 profissionais de 88 Estados Membros, tendo mais de 1000 profissionais usufruído da transmissão ao vivo. Importante notar que as duas conferências contaram com o apoio de várias organizações profissionais das áreas de Medicina Nuclear, Cardiologia e Radiologia. Após atender aos rigorosos critérios da EACCME/UEMS, atribuíram-se 25 créditos de EMC europeia às conferências.³³

Garantia/Aprimoramento & Manejo de Qualidade

Sistemas de manejo de qualidade são essenciais para o contínuo aprimoramento da efetividade e da eficiência dos serviços de Medicina Nuclear, incluindo cardiologia nuclear, para que se alcancem as expectativas das políticas de qualidade e satisfação do cliente, e para melhorar o profissionalismo na especialidade. Auditorias e avaliações regulares de qualidade são vitais para os modernos serviços de medicina nuclear, e incluem procedimentos clínicos, técnicas, radiofármacos, física médica e segurança para radiação. Lançado em 2016, o programa de Manejo de Qualidade em Medicina Nuclear (QUANUM, sigla em inglês)³⁴⁻³⁶ está sendo implementado pela AIEA em âmbito mundial. Além disso, para o treinamento de equipes multidisciplinares de auditores especializados, mais de 50 auditorias em manejo de qualidade em Medicina Nuclear foram realizadas em 29 países. A cardiologia nuclear não é exceção, e a AIEA está dando especial atenção à sua prática em âmbito mundial.^{37,38}

Auditoria Clínica

Sendo uma organização que tem os resultados por base, a AIEA recentemente lançou uma auditoria clínica de abrangência mundial sobre a prática de CMP em economias emergentes. O objetivo é avaliar os resultados das atividades da AIEA em cardiologia nuclear através do Programa de Cooperação Técnica,³⁹ considerando o substancial nível de investimento financeiro e em recursos humanos do setor de Medicina Nuclear. Esse projeto é baseado na submissão de estudos clínicos a partir de um laboratório central para uma plataforma de aplicação como um arquivo DICOM de exames de CMP de estresse/repouso, juntamente com a informação clínica relevante e dados de ECG. Os centros participantes, arrolados voluntariamente, de preferência entre aqueles cujo pessoal participou de cursos de treinamento da AIEA, têm que baixar tais estudos, que são então processados segundo as práticas locais e reportados de volta ao laboratório central em formulários pré-definidos. Após a coleta dos resultados, o laboratório central calcula a média de todos os parâmetros, desvio-padrão e mediana, e apresenta a distribuição dos resultados para cada estudo. Para cada centro, atribui-se um código secreto, que é do conhecimento apenas de cada um, para identificar seu desempenho em relação aos demais. A partir dos gráficos, cada centro poderá identificar sua posição na comparação com os demais e os valores médios. Esse projeto está em andamento e seus resultados serão publicados em breve.

Aplicativos Móveis

Em setembro de 2017, a AIEA desenvolveu, em cooperação com a Sociedade Italiana de Medicina Nuclear, o aplicativo NUCARD para celular, contendo um guia para o uso adequado da cardiologia nuclear em diferentes cenários clínicos. O aplicativo NUCARD acha-se disponível para sistemas Google e Android.

Conclusões

A cardiologia nuclear provou ser importante para o manejo de pacientes com cardiopatia isquêmica ou suspeita da mesma. As DCVs estão crescendo em todo o mundo, e há previsão de que as economias emergentes pagarão o maior preço em termos de mortes cardíacas. Assim, a cardiologia nuclear deve responder ao desafio com inovações que possam ser facilmente postas em prática, em especial nos países em desenvolvimento. Alinhada com essa missão para promover aplicações de técnicas nucleares na saúde humana, ao longo de décadas, a AIEA está capacitando comunidades pelo mundo afora para usufruir dos benefícios da cardiologia nuclear. O auxílio estruturado oferecido teve por foco três áreas principais - educação, pesquisa e qualidade -, cobrindo os diferentes aspectos: planejamento e estabelecimento de instalações de cardiologia nuclear; implementação de aplicações clínicas simplificadas e emergentes para o uso adequado de técnicas de cardiologia nuclear; manejo de qualidade e auditoria clínica e pesquisa clínica.

Agradecimentos

Os autores são gratos ao Dr. João Vitola por sua ajuda na tradução do *Abstract* para o português.

Contribuição dos autores

Concepção e desenho da pesquisa: Dondi M, Pascual T, Paez D. Obtenção de dados: Dondi M. Redação do manuscrito: Dondi M, Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Dondi M, Pascual T, Paez D. Supervisão / como investigador principal: Paez D.

Potencial Conflito de Interesse

Declaro não haver conflito de interesses pertinentes.

Fontes de Financiamento

O presente estudo não teve fontes de financiamento externas.

Vinculação Acadêmica

Não há vinculação deste estudo a programas de pós-graduação.

Referências

- International Atomic Energy Agency.(on line). [Accessed in 2016 Dec 10]. Available from: <https://www.iaea.org/about/statute>
- Dondi M, Andreo P. Developing nuclear medicine in developing countries: IAEA's possible mission. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2006;33:514-5
- World Health Organization(WHO). (online). [Accessed in 2017 Jan 12]. Available from: <http://www.who.int/nmh/en/>
- Roth GA, Huffman MD, Moran AE, Feigin V, Mensah GA, Naghavi M, et al. Global and regional patterns in cardiovascular mortality from 1990 to 2013. *Circulation* 2015, 17():1667-78. Doi:10.1161/CIRCULATIONAHA/114.008720.
- Jaarsma C, Leiner T, Bekkers S, Crijs HJ, Wildberger JE, Nager E, et al. Diagnostic performance of noninvasive myocardial perfusion imaging using single-photon emission computed tomography, cardiac magnetic resonance, and positron emission tomography imaging for the detection of obstructive coronary artery disease: a meta-analysis. *J Am Coll Cardiol*. 2012;59(19):1719–28. Doi: 10.1016/j.jacc.2011.12-040.
- Metz LD, Beattie M, Hom R, Redberg RF, Grady D, Fleischmann KE. The prognostic value of normal exercise myocardial perfusion imaging and exercise echocardiography: a meta-analysis. *J Am Coll Cardiol* 2007;49:227–37. Doi: 10.1016/j.jacc.2006.08.048.
- Abraham A, Nichol G, Williams KA, Guo A, deKemp RA, Garrad L, et al. 18F-FDG PET imaging of myocardial viability in an experienced center with access to 18F-FDG and integration with clinical management teams: the Ottawa-FIVE substudy of the PARR 2 trial. *J Nucl Med* 2010; 51:567–74. Doi: 10.2967/jnumed.109065938.
- Hachamovitch R, Hayes SW, Friedman JD, Cohen I, Berman DS. Comparison of the short-term survival benefit associated with revascularization compared with medical therapy in patients with no prior coronary artery disease undergoing stress myocardial perfusion single photon emission computed tomography. *Circulation*. 2003;107(23):2900–7. PMID:12771008.
- Underwood SR, Godman B, Salyani S, Ogle JR, Eli PJ. Economics of myocardial perfusion imaging in Europe—the EMPIRE Study. *Eur Heart J*. 1999;20(2):157–66. PMID:10099913.
- Stowers SA, Eisenstein EL, Wackers FJ, Berman DS, Blackshear JL, Jones AD Jr, et al. An economic analysis of an aggressive diagnostic strategy with single photon emission computed tomography myocardial perfusion imaging and early exercise stress testing in emergency department patients who present with chest pain but nondiagnostic electrocardiograms: results from a randomized trial. *Ann Emerg Med*. 2000;35(1):17-25. Doi: 10.1016/S0196-0644(00)70100-4.
- Vitola JV, Shaw LJ, Allam AH, Orellana P, Peix A, Elmann A, et al. Assessing the need for nuclear cardiology and other advanced cardiac imaging modalities in the developing world. *J Nucl Cardiol*. 2009;16(6):956–61. Doi: 10.1007/s1235D-009-9104y.
- International Atomic Energy Agency.(on line). [Accessed in 2017 May 12]. Available from: <https://www.iaea.org/services/coordinated-research-activities>
- Young LH, Wackers FJ, Chyun DA, Davey JA, Barrett EJ, Tallefer R, et al. Cardiac outcome after screening for asymptomatic coronary artery disease in patients with type 2 diabetes: the DIAD study: a randomized controlled trial. *JAMA*. 2009;301(15):1547–55. Doi:10.1001/jama.2009.476.
- Hage FG, Lusa L, Dondi M, Giubbini R, Iskandrian AE. Exercise stress tests for detecting myocardial ischemia in asymptomatic patients with diabetes mellitus. *Am J Cardiol*. 2013; 112(1):14-20. Doi:10.1016/j.amjCARD.2013.02.047.
- Peix A, Cabrera LO, Padron K, Rodriguez L, Fernandez J, Lopez G, et al. Association between non-perfusion parameters and presence of ischemia in gated-SPECT myocardial perfusion imaging studies. *J Nucl Cardiol* 2016; Nov 17 [Epub ahead of print]
- Mut F, Giubbini R, Vitola J, Lusa L, Sobic-Saranovic D, Peix A, et al. Detection of post-exercise stunning by early gated SPECT myocardial perfusion imaging: results from the IAEA multi-center study. *J Nucl Cardiol*. 2014; 21(6):1168-76. Doi: 10.1007/s12350-014-9983-4.
- Karthikeyan G, Guzik Salobir B, Jug B, Devasenapathy N, Alexanderson E, Vitola j, et al. Functional compared to anatomical imaging in the initial evaluation of patients with suspected coronary artery disease: an international, multi-center, randomized controlled trial (IAEA-SPECT/CTA study). *J Nucl Cardiol* 2017; 24(2):507-17. Doi:10.1007/s 12350-016-0664-3.
- Siegel JA, Pennington CW, Sacks B. Subjecting radiologic imaging to the linear no-threshold hypothesis: a non sequitur of non-trivial proportion. *J Nucl Med*. 2017;58(1):1–6. Doi:10.2967/jnumed.116.180182.
- Sacks B, Meyerson G, Siegel JA. Epidemiology without biology: false paradigms, unfounded assumptions, and specious statistics in radiation science. *Biol Theory*. 2011;11:69. Doi:10.1007/s13752-016-0244-4.
- Mettler FA Jr, Thomadsen BR, Bhargavan M, Gilley DB, Gray JE, Lipoti JA, et al. Medical radiation exposure in the US in 2006: preliminary results. *Health Phys*. 2008;95(5):502–7.
- National Council on Radiation Protection and Measurements, Ionizing Radiation Exposure of the Population of the United States. Bethesda (MD): NCRP;2009. (Rep. No. 160).
- Pascual TN, Mercuri M, El-Haj N, Bom HH, Lele V, Al-Mallah MH, et al. Nuclear cardiology practice in Asia: analysis of radiation exposure and best practice for myocardial perfusion imaging : results from the IAEA Nuclear Cardiology Protocols Cross-Sectional Study (INCAPS). *Circ J*. 2017; 81(4):501-10. Doi: 10.1253/circj.CJ-16-0677.
- Einstein AJ, Pascual T, Mercuri M, Karthikeyan G, Vitola JV, Mahmarian JJ, et al. Current worldwide nuclear cardiology [practices and radiation exposure: results from the 65 country IAEA Nuclear Cardiology Protocols Cross-Sectional Study (INCAPS)]. *Eur Heart J*. 2015; 36(26):1689-96. Doi: 10.1093/eurheartj/ehj117.
- Lindner O, Pascual TN, Mercuri M, et al. Nuclear cardiology practice and associated radiation doses in Europe: results of the IAEA Nuclear Cardiology Protocols Study (INCAPS) for the 27 European countries. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2016 Apr;43(4):718-28. doi: 10.1007/s00259-015-3270-8. Epub 2015 Dec 19.
- Mercuri M, Pascual TN, Mahmarian JJ, Shaw LJ, Dondi M, Paez D, et al. Estimating the reduction in the radiation burden from nuclear cardiology through use of stress-only imaging in the United States and Worldwide. *JAMA Intern Med*. 2016;176(2):269-73. doi: 10.1001/jamainternmed.2015.7106
- International Atomic Energy Agency. (on line). [Accessed in 2017 Jan 23]. Available from :<http://nucmedicine.iaea.org/default.asp>
- International Atomic Energy Agency. (on line). [Accessed in Jan 15]. Available from: <https://humanhealth.iaea.org/HHW/NuclearMedicine/CardiovascularandPulmonary/index.html>
- International Atomic Energy Agency. (on line). [Accessed in 2017 Jan 20]. Available from: <https://humanhealth.iaea.org/HHW/NuclearMedicine/CardiovascularandPulmonary/GuidelinesandLiterature/GuidelinesCardiovascular/index.html>
- Nuclear cardiology : its role in cost effective care. Vienna: International Atomic Energy Agency; 2012.

30. Nuclear cardiology : guidance on the implementation of SPECT myocardial perfusion imaging. Vienna : International Atomic Energy Agency; 2016. (Human Health Series, n.23). ISSN: 2075-3772.
31. Pascual TN, Dondi M, Paez D, Kashyap R, Nunez-Miller R. IAEA programs in empowering the nuclear medicine profession through online educational resources. *Semin Nucl Med.* 2013 May;43:161-6. Doi: 10.1053/i.semnucimed.2012.11.005.
32. International Atomic Agency. (on line). [Accessed in 2017 Feb 12]. Available from: https://humanhealth.iaea.org/HHW/NuclearMedicine/Webinars/MPI_Series/index.html
33. International Atomic Agency. (on line). [Accessed in 2017 Feb 16]. Available from: <https://humanhealth.iaea.org/HHW/NuclearMedicine/Conferences/index.html>
34. Pascual TN. Examining quality management audits in nuclear medicine practice as a lifelong learning process: opportunities and challenges to the nuclear medicine professional and beyond. *Nucl Med Commun.* 2016; 37(8):785-91. Doi: 10.1097/MNM.0000000000000506.
35. Dondi M, Kashyap R, Pascual T, Paez D, Nunez-Miller R. Quality management in nuclear medicine for better patient care: the IAEA program. *Semin Nucl Med.* 2013;43(3):167-71.
36. International Atomic Agency. (on line). [Accessed in 2017 Feb 17]. Available from: <http://www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/10714/Quality-Management-Audits-in-Nuclear-Medicine-Practices-Second-Edition>
37. Vitola JV, Shaw LJ, Allam AH, Orellana P, Peix A, Ellman A, et al. Assessing the need for nuclear cardiology and other advanced cardiac imaging modalities in the developing world. *J Nucl Cardiol.* 2009;16:956-61. Doi: 10.1007/s12350-009-9104-y
38. Dondi M, Pascual T, Paez D, Einstein AJ. Nuclear Cardiology: are we using the right protocols and tracers the right way? *Review. Am J Cardiovasc Drugs.* 2017 Apr 25. doi: 10.1007/s40256-017-0230-7. [Epub ahead of print]
39. Casas-Zamora JA, Kashyap R. The IAEA technical cooperation programme and nuclear medicine in the developing world: objectives, trends, and contributions. *Semin Nucl Med.* 2013;43(3):172-80. DDondi Andreo Developing nuclear medicine in 2006. doi: 10.1053/j.semnucimed.2012.11.007.

