

PROTEÇÃO RADIOLÓGICA À CRIANÇA E AO ADOLESCENTE

CLÁUDIO MÁRCIO A. DE O. LIMA
ALEXANDRA MARIA V. MONTEIRO

RESUMO

O uso da tomografia computadorizada (TC) em crianças tem aumentado, consideravelmente, nos últimos anos, sendo, atualmente, o método mais utilizado na avaliação de neoplasias. Isto gera a necessidade da criação de protocolos que determinem redução da dose de radiação, sem comprometer a qualidade do exame. É fundamental o apoio de todas as sociedades médicas e afins e a divulgação de informação adequada para a conscientização da população leiga. Muitos parâmetros técnicos ainda não são utilizados de forma padronizada nas diversas clínicas que realizam exames pediátricos.

PALAVRAS-CHAVE: *Tomografia computadorizada; Criança; Adolescente; Radiação ionizante; Radioproteção.*

INTRODUÇÃO

A menção da palavra “radiação”, frequentemente, evoca algum tipo de ansiedade em pacientes, familiares e mesmo em profissionais da área de saúde. A radiação é percebida como um risco único. Essa percepção tem muitas fontes incluindo a qualidade da informação para o público em geral, sobre as lesões de radiação real ou o medo de armas ou acidentes nucleares, tais como em Chernobyl e, mais recentemente, Fukushima, no Japão. O medo resultante destes eventos deve ser reconhe-

cido e devidamente esclarecido quando da utilização de exames de imagem para fins diagnósticos ou terapêuticos que utilizam radiação ionizante¹.

Por outro lado, com a incorporação de inovações tecnológicas, há uma tendência de ocorrer um grande aumento no uso de radiação médica, a maioria atribuída aos novos equipamentos multidetectores de tomografia computadorizada. O *National Council on Radiation Protection and Measurements*, recentemente, apontou que 24% do total da dose coletiva nos Estados Unidos pode ser atribuída a este método de imagem. Esta escalada dramática e contínua na utilização para o diagnóstico e tratamento em medicina tem levado alguns autores a manifestar preocupação com a crescente exposição à radiação da população geral. Ao mesmo tempo, pesquisas recentes indicaram um percentual surpreendente de exames clinicamente não justificados e de utilização de protocolos para a realização dos exames não otimizados, sobretudo para os exames de imagem pediátricos. O consenso da literatura mundial indica como o ideal para a redução da dose de radiação, para a realização de exames de tomografia computadorizada, aquela suficiente para o diagnóstico e não para a melhor imagem radiológica¹.

A confluência desses conceitos pode contribuir para a estigmatização da utilização da radiação na prática médica, que poderia resultar em catastrófica perda de confiança pública e relutância dos pacientes para aceita-

ção de exames ou tratamentos necessários. Com a crescente consciência e confiança nos métodos de imagem, tornou-se de suma importância a necessidade de debates holístico-benefício e risco, bem como o consentimento informado. Comunicar os benefícios e os riscos de uma forma compreensível, além de apresentar e discutir a adequada indicação do método solicitado e seus resultados, é um desafio que deve ser encarado para evitar um mal-entendido ou receios infundados¹.

Os métodos de diagnóstico por imagem são parte importante da avaliação em crianças. Embora todas as modalidades disponíveis tenham sido utilizadas nestes pequenos pacientes, nos últimos anos, o destaque tem sido maior para a ultrassonografia e a tomografia computadorizada. Desde a sua introdução na prática clínica, a tomografia computadorizada tem sido utilizada, e em crianças seu uso é cada vez mais frequente devido às vantagens em relação aos métodos para o diagnóstico e acompanhamento de várias doenças. Tem, ainda, a capacidade de evidenciar detalhes de massas, suas relações com órgãos ou invasão de estruturas adjacentes, caracterização tecidual e a detecção de metástases. Com este aumento, surgiu a necessidade da criação de protocolos que determinem redução da dose de radiação sem comprometer a qualidade do exame².

O número de exames de tomografia computadorizada realizados por ano em crianças apresenta crescimento constante e vários fatores contribuem para isso, incluindo a constante evolução tecnológica dos equipamentos, com aumento da velocidade de aquisição de dados e redução do tempo de realização dos exames, assim como o aumento no número de indicações para a sua realização, associado à maior disponibilidade e uma relativa tendência de diminuição dos custos do exame³.

Atualmente são realizadas, apro-

ximadamente, 600.000 tomografias computadorizadas (abdome ou crânio) em menores de 15 anos nos Estados Unidos. Grande parte delas feita para avaliar neoplasias. Por outro lado, a crescente preocupação com os potenciais efeitos indesejados da radiação ionizante, especialmente nesta população, exige a otimização dos protocolos de exames, reduzindo a exposição. Quando as tomografias computadorizadas, principalmente do abdome para a avaliação de neoplasias, utilizam meios de contraste endovenosos, os exames são realizados de forma multifásica, o que determina maior dose de radiação, assim como exames mais onerosos e demorados. Onze por cento dos exames de imagem realizados nos Estados Unidos são TC. Em um hospital americano, por exemplo, verificou-se um aumento de 92% do número de TC abdominais e pélvicas em menores de 15 anos entre 1996 e 1999. Isto gera preocupações relacionadas a potenciais efeitos adversos. Crianças são 10 vezes mais sensíveis aos efeitos da radiação do que adultos. Acredita-se, atualmente, que o risco de uma criança morrer devido a uma neoplasia causada pela radiação seja de 1:550 no caso de realizar uma TC de abdome e de 1:1500 se for uma TC do crânio².

Vários esforços têm sido empregados na melhoria dos protocolos de realização de TC em crianças, tornando o exame mais rápido, com menor necessidade de anestesia, com redução dos artefatos de movimento e, especialmente, limitando a dose de radiação. Estes estudos valorizam, especialmente, exames com baixas doses. Cada fase do exame de TC contribui para a dose de radiação ionizante sobre o paciente. Kalra et al. (2004) e Donnelly et al. (2001) especularam sobre a possibilidade da omissão da fase pré-contraste sem prejuízo do exame e com redução da dose de radiação. Entretanto, esta opinião não é consenso, ainda, por todos. Riccabo-

na (2003) enfatizou a necessidade da fase sem contraste na avaliação de neoplasias renais pela sua capacidade de detectar calcificações e focos de hemorragia. A criação de protocolos que diminuam o número de fases e garanta o esclarecimento clínico desejado seria, portanto, uma forma de reduzir a exposição².

Um estudo recente mostrou que os serviços que realizam estudos tomográficos de crianças não seguem protocolos de exames uniformes. Vários parâmetros do exame são definidos por cada clínica de formas diferentes, que vão desde a escolha do material de contraste até as doses de radiação administradas. Esta variação dos protocolos pode ter como consequência a ausência de uniformidade dos exames. Assim, a própria acurácia do método, ao ser realizado de forma não padronizada, fica difícil de ser determinada, já que resultados diferentes serão possíveis, tanto em relação aos serviços quanto em relação a estes, e o que está publicado na literatura médica. A maioria dos estudos envolvendo protocolos de realização das tomografias computadorizadas em crianças tem sido direcionada às doses de radiação (quilovoltagem e miliamperagem). Do mesmo modo, os parâmetros do exame devem ser determinados em função do esclarecimento clínico. É improvável que a tomografia computadorizada de abdome para avaliar uma massa abdominal deva ser igual, por exemplo, à realizada para a avaliação de dor abdominal².

Embora, como já foi dito, quilovoltagem e miliamperagem sejam aspectos que têm recebido grande atenção da literatura, outros parâmetros com potencial para reduzir a dose de radiação já são alvos de alguns estudos. A redução do número de cortes seria uma forma de reduzir a radiação, bem como o custo e o tempo do exame. Alguns autores já especularam sobre a possibilidade de se omitir a fase pré-

contraste do exame em situações clínicas específicas. Esta estratégia, entretanto, não é aceita universalmente. Ainda não encontramos estudos que deem suporte à supressão da fase pré-contraste em tomografias pediátricas².

O aumento da utilização dos métodos de diagnóstico por imagem que fazem uso de radiação ionizante, e especialmente da TC, é responsável pelo acentuado aumento da dose de radiação média individual por ano. Atualmente a dose de radiação recebida por indivíduo por ano considerada secundária ao cuidado médico, principalmente na investigação diagnóstica de doenças, ultrapassou a dose recebida decorrente de fatores ambientais (alimentação, gás radônio e outros). Com isso, existe uma preocupação crescente da comunidade médica, das empresas produtoras de equipamentos e mesmo de pacientes em relação ao controle da dose de radiação determinada pelos diversos exames que utilizam radiação ionizante. Além da proteção radiológica ocupacional, a prática clínica utiliza o princípio conhecido como ALARA (*As Low As Reasonably Achievable* ou “tão baixas quanto razoavelmente exequíveis”) para pautar o uso racional desta tecnologia. Considerando, especificamente, a população pediátrica, é importante salientar que as crianças têm risco acentuadamente maior de desenvolvimento de neoplasias relacionadas à radiação, comparativamente à população adulta. Esse maior risco é explicado pela presença de maior população de células sofrendo divisões nos diversos tecidos e órgãos ainda em desenvolvimento e pela maior expectativa de vida em termos absolutos e relativos. Como exemplo, uma criança de um ano de vida tem de 10 a 15 vezes maior risco de desenvolver uma neoplasia maligna do que um adulto de 50 anos de idade para a mesma dose de radiação. Por esses motivos, há uma preocupação cres-

cente quanto à dose de radiação utilizada nos exames radiológicos pediátricos e, em especial, nos exames de TC, com vários trabalhos direcionados para esse tópico abordando ações para redução das doses utilizadas³. Não sabemos ao certo se essa radiação pode causar câncer, mas sabemos que a criança é cerca de 5 vezes mais sensível que o adulto. Também sabemos que a radiação é cumulativa, portanto, o que podemos fazer de imediato é agir como se essa relação fosse direta e indiscutível⁴.

Existem várias estratégias em desenvolvimento ou já em uso nos equipamentos mais modernos, como, por exemplo, a modulação da corrente do tubo conforme a variação de espessura na região anatômica estudada. No entanto, o parque de equipamentos instalados no País inclui muitos aparelhos relativamente antigos e que não trazem nenhuma facilidade de software ou de manuseio dos parâmetros que influenciam a dose utilizada em cada exame³.

Costa e Silva e Pontes da Silva² realizaram um estudo tipo Série de Casos incluindo todas as TC de crianças e adolescentes com neoplasias abdominais encontradas no arquivo do Centro de Hematologia e Oncologia Pediátrica/IMIP, entre dezembro de 2005 e setembro de 2006, com participação de dois radiologistas, que avaliaram cada tomografia duas vezes, separadamente. Foram utilizados dois protocolos de exame, um com utilização de meio de contraste (protocolo A) e outro sem (protocolo B). Iniciou-se a avaliação pelo protocolo A e, após dois meses, avaliou-se o B. Os radiologistas deveriam identificar calcificações e sugerir um diagnóstico. A concordância entre os observadores foi quase perfeita ($k=0.81$ [0.73–0.89]), quanto ao diagnóstico, independente do protocolo, concluindo, assim, que a fase sem contraste pode ser abolida, reduzindo assim a dose de radiação aplica-

da². Dalmazo et al. realizaram estudo onde foi realizada a coleta de dados relativos à dose de radiação absorvida nos protocolos de exames habitualmente utilizados na rotina para realização de TC de crânio, de tórax e de abdome, adulto e pediátrico. Com esses dados, foi realizado estudo do impacto da variação dos parâmetros de tensão (kVp) e do produto corrente vs. tempo (mAs) utilizados, considerando a dose de radiação e a qualidade da imagem, esta última estudada pela medida do ruído e pela avaliação subjetiva de imagens obtidas com simuladores específicos. Foram realizados 22 testes de variações para o protocolo de crânio pediátrico, 26 para crânio adulto, 28 para abdome e 18 para tórax. O autor relata uma redução da dose variando entre 7,4-13% para protocolo de crânio pediátrico; 3,8-25% para crânio adulto; 9,6-34,3% para abdome e 6,4-12% para tórax. E também que a utilização de ferramentas de janelamento e zoom favoreceu o aceite das imagens pelos observadores. Concluindo a possibilidade de redução dos níveis de dose de radiação em até 34,4%, comparativamente aos protocolos utilizados na rotina, mantendo-se o ruído em níveis aceitáveis. O uso de ferramentas de manipulação digital das imagens possibilitou a aceitação de imagens com níveis maiores de ruído, favorecendo o processo de redução de dose de radiação³.

Observando-se, ainda, a avaliação quantitativa e qualitativa da qualidade de imagem, fica evidente que todos os protocolos de exames de TC utilizados poderiam usar parâmetros reduzidos de kVp e mAs, com manutenção da qualidade diagnóstica e determinando a menor dose de radiação por exame, o que está em acordo com outros trabalhos publicados sobre o assunto, principalmente no que concerne à redução do mAs. Esta redução é, particularmente, importante para os exames de TC de crianças, o que tem sido uma preo-

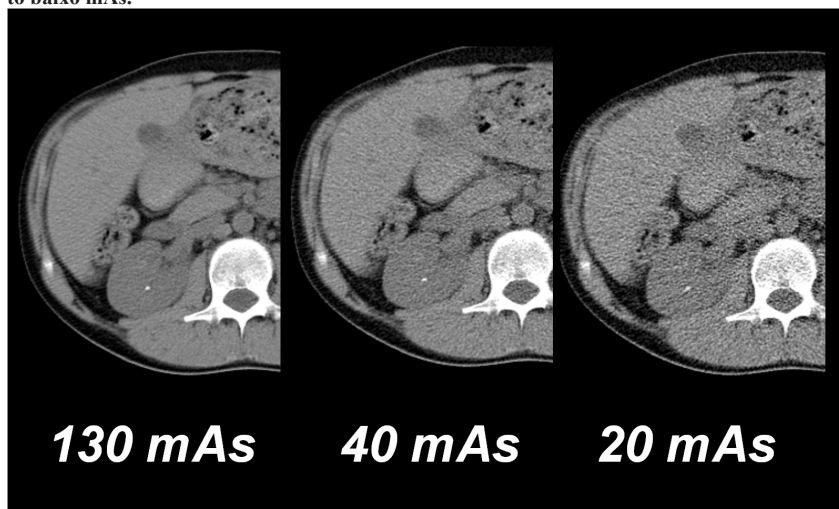
cupação constante na última década. Com o método utilizado, observou-se a possibilidade de redução da dose de radiação entre 3,8% e 34,3%. É possível conseguir maior redução de dose de radiação com utilização de técnicas que consideram os dados antropométricos individuais, como apresentado por Kalra et al., ou trabalhando-se com níveis menos conservadores de ruído, por exemplo, da ordem de 5%. De todo modo, qualquer nível de redução de dose de radiação por exame deve ser perseguido conforme determina o princípio ALARA (Fig.)^{3,5}.

O princípio ALARA tem sido usado na comunidade americana já há alguns anos. Entretanto o FDA (Food and Drug Administration) tem estabelecido três importantes critérios no sentido de minimizar a dose de radiação em exames de tomografia computadorizada em criança: otimizar os parâmetros técnicos, reduzir o número de fases contrastadas e reduzir a solicitações através da aplicação de indicações precisas ou a substituição, quando possível, por métodos que não usem radiação ionizante^{5,6-8}. Parâmetros como o mAs e

o pitch podem ser facilmente ajustados à população infantil reduzindo a dose de radiação sem comprometimento da imagem e, portanto, do diagnóstico. Uma redução de 50% no mAs reduz a dose de radiação em 50% e um aumento no pitch de 1.0:1 para 1.5:1.0 produz resultado semelhante. Esforços devem ser desenvolvidos pelos serviços de um modo geral no sentido da não utilização na população pediátrica de parâmetros automaticamente previstos para adultos, prática ainda comum nos dias atuais^{4,6-8}.

Image Gently é uma campanha educativa mundial criada nos Estados Unidos em 2007 pela ARSPI (Alliance for Radiation Safety in Pediatric Imaging) e que tem como objetivo a conscientização de maior cuidado e segurança na radiação diagnóstica nos pacientes pediátricos, protegendo as crianças de doses desnecessárias de radiação ionizante durante exames radiológicos, tendo como foco principal os exames de tomografia computadorizada. A campanha teve uma expansão global. Nos EUA, a Academia Americana de Pediatria e a Sociedade de Radiologia Pediátrica so-

Figura. Adolescente masculino, 49 kg, com hematúria e dor aguda no flanco direito. TC evidenciou claramente o cálculo nas diferentes aquisições, inclusive naquela realizada com muito baixo mAs.



mam mais de 500.000 profissionais ligados à área da radiologia, física médica e segurança em radiação. No mundo todo, reúne 43 organizações, representando cerca de 600 mil profissionais do mundo todo, entre radiologistas, físicos, tecnólogos e companhias que desenvolvem equipamentos de imagem diagnóstica, que reconhecem a campanha como um dos passos mais importantes para determinar a boa qualidade de exames diagnósticos^{4,6-10}.

Os tópicos principais do *Image Gently* são: padronização e controle da indicação correta dos exames de Tomografia Computadorizada e de raio-x, realização destes exames com as menores doses de radiação possíveis, adequação das técnicas destes exames aos pacientes pediátricos e às indicações diagnósticas e obtenção do apoio das empresas que desenvolvem os equipamentos radiológicos para que exista uma padronização das medidas de radiação. Os pediatras e demais médicos que solicitam exames de imagem também devem ser conscientizados da importância da solicitação de exames que utilizam radiação ionizante apenas em casos realmente necessários. Neste aspecto, o *Image Gently* também tem um importante papel e deve ser difundido entre todos^{4,6-10}.

A literatura médica internacional tem dado especial atenção à utilização da tomografia computadorizada que utiliza altas doses de radiação, o que tem gerado preocupação com relação à maneira como estão sendo irradiadas nossas crianças. Esforços devem ser desenvolvidos pelos serviços de um modo geral, no sentido da não utilização na população pediátrica de parâmetros automaticamente previstos para adultos, prática ainda comum nos dias atuais^{4,6-10}.

Essa campanha é não somente “gentil”, mas conclama os colegas a uma mudança de conduta no que diz respeito ao cuidado com a radiação utilizada no pa-

ciente pediátrico^{4,6-10}.

É fundamental o apoio de todas as sociedades médicas e afins⁴ e a divulgação de informação adequada para a conscientização da população leiga que pode contribuir, também, na guarda dos exames radiológicos prévios e na informação ao médico solicitante das datas e exames anteriores, realizados pelas crianças e adolescentes a cada nova consulta^{4,6-10}.

Radiologistas pediátricos e radiologistas gerais que realizam exames em pacientes pediátricos: devem fazê-lo se realmente forem necessários e, se preciso for, devem entrar em contato com os médicos solicitantes para confirmação da real importância de alguns exames. Estes devem ser realizados racionalmente, com o menor número possível de exposições e com a menor técnica que permita a aquisição de imagens diagnósticas. É papel do radiologista, também, orientar e estimular os técnicos e tecnólogos de radiologia para que irradie menos as crianças^{4,6-10}.

O que acontece, tanto no Brasil como em outras localidades, é que muitas crianças são examinadas por radiologistas que não têm o treinamento especializado em radiologia pediátrica. Outro foco, ainda, da campanha mundial é a família. Os pais devem ser informados sobre os riscos envolvidos. Para atender a todos esses segmentos, a campanha desenvolveu informativos impressos, além de disponibilizar na internet (www.imagegently.org) o protocolo ALARA, que estabelece protocolos de exames^{3,5}.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os protocolos de realização de tomografias computadorizadas em crianças permanecem com algumas questões em aberto. O aumento do número de exames realizados e seus potenciais efeitos ad-

versos tornam necessárias padronizações na sua realização. De acordo com a literatura, não existe uma uniformidade nos protocolos de realização de tomografias pediátricas. Vários parâmetros são adotados de formas diferentes em clínicas que realizam exames pediátricos. A redução do número de fases da tomografia computadorizada com contraste tem sido sugerida como uma forma de se reduzir a radiação, o tempo e o custo do exame².

Embora estudos que mostrem viabilidade de redução do número de cortes estejam disponíveis na literatura, trabalhos que avaliem supressão da fase pré-contraste abdominal em crianças não foram encontrados².

Campanhas como o *Image Gently* são extremamente úteis e importantes para que o objetivo principal, que é proteger a população pediátrica, seja alcançado.

REFERÊNCIAS

1. Dauer LT, Thornton RH, Hay JL, et al. Balter R, Williamson MJ, St. Germain J. Fears, Feelings, and Facts: Interactively Communicating Benefits and Risks of Medical Radiation With Patients. *Am J. Roentgenol AJR* 2011;196:756-61.
2. Costa e Silva EJ, Silva GAP. Eliminating Unenhanced CT When Evaluating Abdominal Neoplasms in Children. *Am. J. Roentgenol AJR* 2007; 189:1211-4.
3. Dalmazo J, Júnior JE, Brocchi MAC, et al. Otimização da dose em exames de rotina em tomografia computadorizada: estudo de viabilidade em um Hospital Universitário. *Radiol Bras* 2010,43(4); 241-8.
4. Society for Pediatric Radiology (SPR). The Alliance for Radiation Safety in Pediatric Imaging [Internet]. Department of Radiology, Cincinnati, Ohio. Acesso em 15 de abril de 2011. Disponível em: www.pedrad.org/associations/5364/ig/.
5. Strauss KJ, Goske MJ, Kaste SC, et al. Image Gently: Ten Steps You Can Take to Optimize Image Quality and Lower CT Dose for Pediatric Patients. *Am. J. Roentgenol AJR* 2010;194:868-73.
6. Chida K, Ohno T, Kakizak S, et al. Radiation Dose to the Pediatric Cardiac Catheterization and Intervention Patient. *Am. J. Roentgenol AJR*. 2010; 195:1175-9.
7. Goske MJ, Phillips RR, Mandel K, et al. Image Gently: A Web-Based Practice Quality Improvement Program in CT Safety for Children. *Am. J. Roentgenol AJR* 2010;194:1177-82.
8. Kim JE, Newman B. Evaluation of a Radiation Dose Reduction Strategy for Pediatric Chest CT. *Am. J. Roentgenol AJR* 2010;194:1188-93.
9. Sidhu M, Goske MJ, Connolly B, et al. Image Gently, Step Lightly: Promoting Radiation Safety in Pediatric Interventional Radiology. *Am. J. Roentgenol AJR* 2010;195:W299-W301.
10. Kleinman PL, Strauss KJ, Zurakowski D, et al. Patient Size Measured on CT Images as a Function of Age at a Tertiary Care Children's Hospital. *Am. J. Roentgenol AJR* 2010;194:1611-9.

ABSTRACT

The use of computed tomography (CT) in children has increased considerably in recent years, and it is currently the most widely used method in the evaluation of neoplasms. This creates the need to develop protocols to determine radiation dose reduction without compromising the quality of the examination. It is essential to support all medical and related companies and adequate information to raise awareness of the lay population. Many technical parameters are not used in a standardized manner in the various clinics that perform pediatric examinations.

KEYWORDS: Computed tomography; child, adolescent, ionizing radiation, radiation protection.

TITULAÇÃO DOS AUTORES

ALEXANDRA MARIA V. MONTEIRO

Mestre e Doutora em Medicina UFRJ; Professora Adjunta de Radiologia da Faculdade de Ciências Médicas/UERJ; Coordenadora da Comissão de Telerradiologia do Colégio Brasileiro de Radiologia.

CLÁUDIO MÁRCIO A. DE O. LIMA

Aluno do Programa de Pós-Graduação em Radiologia da Faculdade de Medicina da UFRJ; Médico Radiologista da Rede Labs Dor e do Hospital Municipal Miguel Couto.

DAYSE S. CARVALHO

Mestre em Serviço Social; Especialista em Políticas Sociais.

DENISE C. OLIVEIRA

Doutora em Saúde Pública pela USP e Pós-Doutora em Psicologia Social pela *École des Hautes Etudes en Sciences Sociales*, Paris, França. Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Enfermagem da UERJ; Professora Titular da Área de Pesquisa na Faculdade de Enfermagem da UERJ.

EVELYN EISENSTEIN

Professora da Faculdade de Ciências Médicas da UERJ; Médica Pediatra e Clínica de adolescentes do NESA (Núcleo de Estudos da Saúde dos Adolescentes); Coordenadora de Telemedicina da Faculdade de Ciências Médicas da UERJ. Diretora do CEIIAS (Centro dos Estudos Integrados, Infância, Adolescência e Saúde); Organizadora do website para ADOLESCENTES e SAÚDE, www.adolescentesaude.com.br.

EVELYN VINOCUR

Médica Psiquiatra pela UERJ; Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Neurologia e Neurociências da UFF.

IDA V.D. SCHWARTZ

Doutora; Médica do Departamento de Genética, UFRGS; Serviço de Genética Médica, Hospital de Clínicas de Porto Alegre/RS.

LUCIENE G. B. FERREIRA

Pediatra, membro do corpo clínico da Enfermaria de Pediatria do HUPE/UERJ.

MÁRCIA P.F. GOMES

Mestre em Enfermagem pela Faculdade de Enfermagem / UERJ; Chefe de Enfermagem do Ambulatório de Pediatria do HUPE/UERJ.

MICHELE F. PAULA

Especialista em Comunicação e Saúde.

RAQUEL BOY

Mestre; Médica do Departamento de Pediatria do HUPE/UERJ.

SUSANA BRUNO ESTEFENON

Presidente do Instituto Integral do Jovem (INJO).