

## Uso do diagnóstico por imagem aplicado à Medicina Forense

M.R. Tosta <sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup> Centro Universitário Ritter dos Reis, Porto Alegre (RS), Brasil

\*Endereço de e-mail para correspondência: [millena.tosta@gmail.com](mailto:millena.tosta@gmail.com). Tel.: +55 51 98045-5287.

Recebido em 21/09/2020; Revisado em 26/05/2023; Aceito em 29/05/2023

### Resumo

A prática da necropsia não se alterou muito no decorrer dos séculos. Contudo, com o crescimento de comunidades judaicas e muçulmanas, e pela própria recusa de familiares, a taxa de realização da necropsia decaiu ao redor do mundo. Visto isso, a implementação de técnicas não ou minimamente invasivas fez com que o diagnóstico por imagem fosse rapidamente considerado uma alternativa. Assim, a Tomografia Computadorizada (TC) e a Ressonância Magnética (RM) se apresentaram como métodos possíveis a serem utilizados. Devido ao curto tempo de aquisição das imagens, excelente identificação anatômica, capacidade de avaliar danos ósseos e a destacar presença de gases e corpos estranhos, a TC foi considerada uma ferramenta muito eficaz. Ainda, pode ser considerada com maior especificidade e sensibilidade em relação à RM para casos de homicídios com arma de fogo, armas brancas além de acidentes de trânsito. Contudo, visto ao seu detalhamento de tecidos moles a RM apresenta superioridade em casos de estupros e hemorragias. A necropsia virtual pode ser uma ferramenta importante em homicídios, mortes naturais e intra-hospitalares, vítimas de abuso e de tentativas de assassinato. Logo, o seu uso em ações penais e investigações criminais mostra-se útil em muitas oportunidades servindo como instrumento jurídico contundente. Visando a aplicabilidade na medicina forense brasileira, este trabalho teve como objetivo compilar artigos científicos em uma revisão literária integrativa para ampliar o conhecimento dos profissionais envolvidos demonstrando a aplicabilidade da imagem em ações processuais e na prática de necropsia.

*Palavras-Chave:* autópsia virtual, necropsia, tomografia computadorizada, ressonância magnética.

### Abstract

The necropsy practice did not change enough in the past of centuries. However, with the growth of Judaism and Muslim communities, and the relatives refusing it, the necropsy rates declined around the world. All things considered, the minimally or not invasive techniques quickly turned the Image Diagnosis an alternative. Considering it, the Computed Tomography (CT) and the Magnetic Resonance (MR) present themselves as possible methods to be used. Due to the brief time of the images' acquisition, excellent anatomical identification, the capacity of evaluating bone damage and emphasize the gas and strange bodies presence, CT was considered a really efficient tool. Still, it can be considered with a bigger specificity and sensitivity when compared to MR for homicide cases with fire gun, white guns besides traffic accidents. Nevertheless, having seen the soft tissues detailing, MR shows superiority in rape and hemorrhages cases. The virtual autopsy can be an important method in homicide, natural and in-hospital deaths, abuse victims and murder attempts. Following that, it's use in penal acts and criminal investigations has seen useful in many opportunities serving like a convincing judicial instrument. Aiming at the applicability in Brazilian forensic medicine, this article sought to compile scientific research in a integrative literary review to improve the knowledge of the involved professionals demonstrating the applicability of the image in processual acts and in the necropsy practice.

*Keywords:* virtual autopsy, necropsy, computed tomography, magnetic resonance.

## 1. INTRODUÇÃO

Ao longo da história os homens, a fim de entenderem melhor as doenças, causas da morte e melhor conservação dos corpos, iniciaram o ato de examinar internamente os

cadáveres, dando-se então, início a prática da necropsia [1-2].

A necropsia tradicional é considerada o padrão-ouro para a determinação da causa da morte ao longo dos séculos, porém as taxas de sua realização decaíram, em

nível mundial. A ação tem por motivação objeções religiosas tais como a comunidade judaica e muçulmana, e emocional por parte dos parentes e médicos [3-6]. A recusa se deve, principalmente, pela técnica consistir em avaliação externa, evisceração e dissecação dos principais órgãos para identificação de doenças e injúrias, como demonstrado por Roberts et al. [3]. Com o transcorrer das décadas, os métodos tradicionais da necropsia não alteraram-se tanto quanto o necessário, sendo imprescindível o uso de novas ferramentas de diagnóstico [3,7].

Com o advento da criação da técnica de raio-X, no ano de 1895 por Wilhelm Conrad Roentgen e, nas décadas de 1960 e 1970 com o surgimento da Tomografia Computadorizada (TC) e Ressonância Magnética (RM), o processo de necropsia virtual foi um caminho sem volta [8]. O diagnóstico por imagem (DI) serve para avaliar tanto cadáveres quanto vítimas de estupro ou tentativa de homicídio. Com a adoção destas práticas a necropsia tornou-se mais precisa, principalmente, no ramo da medicina legal. Porém, em casos específicos a determinação da causa da morte por necropsia tradicional é necessária, mantendo-se então como um referencial para a determinação da causa *mortis*.

A necropsia virtual surgiu no âmbito de poder avaliar as causas de morte sem ocorrer alterações e possíveis contaminações do tecido em análise, além de ser uma alternativa viável aos eventuais impedimentos à necropsia tradicional [3-6]. Westphal et. al. definiu os objetivos da necropsia virtual como identificar a causa da morte e diagnósticos relacionados, a reconstrução dos mecanismos patológicos envolvidos, identificação de resultados inespecíficos e diagnósticos laterais [7]. Com o surgimento deste procedimento, inúmeras instituições ao redor do mundo implementaram a tomografia computadorizada *post-mortem* (TCPM) e a ressonância magnética *post-mortem* (RMPM) em suas investigações.

Ao longo dos anos, a técnica de TC e o equipamento em si foram aperfeiçoados, tornando possível o detalhamento diagnóstico em equipamentos de alta performance, incorporando a técnica à medicina legal no ano de 1977 [5]. Em oposto a TC, a RM não utiliza radiação, tendo suas imagens convertidas a partir do tempo de (spins) gerados com a interação dos átomos de H presentes no corpo com o campo magnético gerado pelo equipamento, forçando-os a se alinharem, colocando o tempo e a intensidade em escala e processadas pelo computador. Já o serviço de RMPM para mortes não suspeitas foi introduzido em Manchester, UK, na década de 1990, como resposta à demanda judaica, e agora, também à comunidade muçulmana [3].

A utilização destas técnicas permitem, no âmbito médico-legal, a avaliação e reavaliação de especialistas ao

longo dos anos, visto que as imagens e dados obtidos permanecerão mesmo após a decomposição completa do cadáver [6,9,10]. Além disso, permitem imagens com uma maior qualidade quando comparadas com as de radiologia clínica convencional.

Visto a necessidade de aperfeiçoar a técnica de necropsia, além de sua agilização frente à alta demanda, o objetivo deste trabalho foi compilar informações frente a publicações científicas sobre necropsia virtual, com o intuito de acrescentar à literatura brasileira a aplicabilidade das técnicas de Diagnóstico por Imagem à Medicina Forense, usando TC e RM como referenciamento e apoio a medicina legal e a prática da necropsia. Além disso, teve com objetivo secundário demonstrar quais as melhores técnicas e quando utilizá-las, servindo de suporte para possíveis ações processuais.

## 2. MÉTODOS

A revisão integrativa da literatura foi a metodologia escolhida para o presente trabalho. Devido à restrição de publicações, foi dado maior ênfase às técnicas de Tomografia Computadorizada *Post-mortem* e Ressonância Magnética *Post-mortem*.

As referências literárias tiveram como critério de busca artigos nos idiomas Espanhol, Inglês e Português, entre janeiro de 2002 até maio de 2019, fazendo-se o uso dos seguintes termos: autópsia virtual, tomografia computadorizada *post-mortem*, ressonância magnética *post-mortem* e necropsia, nas bases de pesquisa PubMed e Scielo.

## 3. RESULTADOS

Thali et. al., no Instituto de Medicina Forense e Radiologia Diagnóstica da Universidade de Bern (Suíça) desenvolveu no ano de 2000 um projeto de pesquisa com a hipótese de que as técnicas radiológicas não invasivas poderiam prever os achados da necropsia convencional oferecendo informações complementares a esta. Ainda, na mesma universidade, foi criado em 2006 o Projeto Virtopsy que visa educar profissionais do âmbito da radiologia e medicina, para estes utilizarem a RM e a TC na prática de necropsia [2,5].

Em seu estudo, Thali et. al. avaliou o uso de TCPM e de RMPM e correlacionou-os à necropsia. A TCPM apresentou-se superior em analisar sistema de fraturas, coleções patológicas de gás, como embolia e efeito de decomposição, além de graves danos teciduais. Para todos os casos, o detalhamento diagnóstico se deu pela escolha da espessura de corte das imagens e do volume a ser escaneado. Quando comparada a TCPM, a RMPM possui maior sensibilidade, especificidade e acurácia na avaliação de tecido mole, traumas nos órgãos

neurológicos e não neurológicos e doenças não traumáticas [2]. A RMPM apresenta-se sensível na avaliação de vítimas de abuso infantil principalmente, devido à avaliação de contusão e lesões por cisalhamento e hematoma subdural.

De acordo com Sonemans et. al. no decorrer dos anos a utilização de larga escala dos métodos radiológicos, tanto nas necropsias clínicas e forenses, estimulou a produção de inúmeras pesquisas visando esclarecer

quando e quais técnicas utilizar para melhor satisfazer a compreensão e clareza da causa mortis [6]. Dentre as vantagens da necropsia virtual, a de maior evidência é a possibilidade de analisar as imagens inúmeras vezes por diversos especialistas, mesmo após a destruição completa do corpo [6,9]. Entre outros aspectos positivos encontra-se a natureza não invasiva dos métodos e de não haver a necessidade da abertura do corpo [11].

**Tabela 1.** Relação de Publicações frente ao tipo de diagnóstico por imagem em casos *post-mortem*.

Título	Ano de publicação	Aplicação	Área de Imagem
Virtopsy - The Swiss virtual autopsy approach [2]	2007	Para casos forenses.	Corpo todo, utilização de TCPM e RMPM.
<i>Post-mortem</i> imaging as an alternative to autopsy in the diagnosis of adult deaths: a validation study [3]	2011	Para todas as morte de 4/04/2006 até 26/11/2008, excluído casos de não consentimento e extrema obesidade.	Corpo todo, utilização de TCPM e RMPM.
Virtual CT autopsy in clinical pathology: feasibility in clinical autopsies [7]	2012	Estudo prospectivo que selecionou 29 casos aleatoriamente.	Corpo todo, utilização de TCPM.
<i>Postmortem</i> Whole-Body MRI in Traumatic Causes of Death [10]	2012	40 casos de mortes traumáticas, excluído casos com fragmentos metálicos, massiva destruição corporal e putrefação avançada.	Corpo todo, utilização de RMPM.
Prospective study of device-related complications in intensive care unit detected by virtual autopsy [4]	2018	Todos os pacientes que morrem na UTI, que tiveram consentimento dos familiares e que teve suporte extracorporeo ou mais que 3 dispositivos vasculares.	Da cabeça ao quadril, utilização de TCPM.
Can virtual autopsy with postmortem CT improve clinical diagnosis of cause of death? A retrospective observational cohort study in a Dutch tertiary referral centre [6]	2018	Mortos com mais de 1 ano de idade no momento da morte, dentro/fora do hospital e com consentimento foram incluídos, doadores, casos forenses e/ou com escaneamento incompleto e sem uma necropsia completa foram excluídos.	Escaneamento da cabeça e do pescoço, e escaneamento do tórax e abdômen, utilizaram a TCPM.

Sonnemans et. al. apresentaram em seu estudo a combinação de necropsia convencional e o uso de TCPM em casos de mortes intra-hospitalar e extra-hospitalar não forenses, objetificando avaliar se a necropsia virtual melhora o diagnóstico clínico imediato da causa da morte. Neste estudo os autores concluíram que a sensibilidade diagnóstica melhora de 53% para 64% com o uso de TCPM. Ainda enfatizaram que a sensibilidade varia de acordo com a subcategoria relacionada à causa *mortis* [6].

Em casos como pneumonia, a identificação é ineficaz, o qual atribuíram ao fato de alterações induzidas por tentativa de ressuscitação e por mudanças *post-mortem* normais, como edema pulmonar, o qual pode mascarar a infecção [6]. Os autores analisaram 86 cadáveres submetidos ao

TCPM e necropsia completa, observando que dez casos não foi possível determinar a causa da morte pela necropsia convencional. Contudo, 4 destes casos tiveram sua causa *mortis* determinada pela TCPM [6].

A Tabela 1 apresenta uma compilação de estudos originais que compararam a necropsia com a necropsia virtual, tanto para casos exclusivamente forenses quanto para pesquisa clínica em mortes intra-hospitalar e de causas naturais. Assim como a necropsia convencional, a necropsia virtual precisa de consentimento de familiares e/ou responsáveis para a realização.

Dentre uma das limitações da TCPM e da RMPM é a extrema obesidade e inchaço extremo, visto que a entrada no tubo de ambos o equipamentos é

limitada, a qual varia entre as empresas fabricantes. Uma possível alternativa para a RMPM seria o uso da ressonância magnética de campo aberto, contudo a avaliabilidade é limitada.

#### 4. DISCUSSÃO

O avanço tecnológico na radiologia clínica permitiu que a medicina forense também se beneficiasse da técnica, tanto para a reconstrução quanto para a determinação da causa *mortis*, ajudando na elucidação de crimes e mortes complexas. Além disso, auxiliaram na avaliação da presença de gases e líquidos corporais de qualquer ordem, danos ósseos, trajetória do projétil e inúmeras outras alterações no cadáver [5,9].

A TCPM é capaz de avaliar a presença de hemorragias, porém não é possível determinar sua origem, visto a limitação na observação do sistema vascular [9]. Avalia também a presença de gás ou ar nas veias, sua localização e volume, porém não determina a origem. Ainda é importante ressaltar que estas presenças podem ser facilmente perdidas na necropsia, a menos que esta se utilize de técnicas como a abertura do corpo sob a água [5,9,11].

Com a TC é possível visualizar corpos estranhos radiopacos (como material metálico), além da reconstrução de imagens 3D, tornando-se menos desagradável a visualização e o esclarecimento dos traumas causados quando comparadas as fotografias da necropsia convencional, principalmente quando são casos forenses que chegam ao tribunal [9]. Dentre os diversos métodos de avaliação dos casos de traumas contundentes (acidentes de trânsito, quedas de avião e de altura) e traumas balísticos, a TC tem uso principal [9,11]. Grabherr et. al. apontou o uso obrigatório de TC para a avaliação de mortes infantis e suspeita de abuso infantil, quando não for possível a utilização de RMPM [9]. Quanto à qualidade das imagens, é de suma importância considerar fatores envolvidos na melhor visualização e diminuição da geração de objetos estranhos nas imagens e no pós-processamento.

Em relação a TCPM, os principais fatores são a determinação adequada de kV e mA de acordo com a região a ser adquirida e com a massa corporal da vítima ou do cadáver, principalmente utilizar os filtros corretos para cada estrutura e região no pós-processamento, por exemplo, utilizar filtro ósseo para a avaliação do esqueleto e de fraturas ósseas e o filtro pulmonar para melhor visualização do parênquima e da presença de gases e/ou ar. Já na RMPM, a definição do número e espessura dos cortes a serem feitos, de modo que apareça toda a área de interesse e

a definição, e principalmente, a definição dos tempos, como T1 e T2.

Para que se obtenha precisão no diagnóstico, o correto posicionamento do corpo no momento do exame é essencial. De acordo com Gascho et. al., o posicionamento do corpo na mesa da TC deve ser em decúbito dorsal, alinhado com o centro da mesa e, de preferência, em cima de um papel plástico. Esta ação ocorre para evitar qualquer dano e/ou dejetos, devido ao possível vazamento de fluidos corporais de acordo com o seu estado de decomposição, contamine o equipamento ou ambiente. Já o uso de saco para corpos é desaconselhado devido os mesmos possuírem alças e zíperes. Caso não haja a possibilidade de utilizar o papel plástico, pode-se utilizar o saco, contanto que retire as alças e zíperes da região dos escaners [12]. Ainda, segundo os mesmos autores, o posicionamento correto do corpo depende do estágio de *rigor mortis* (endurecimento natural *post-mortem*) e da condição do corpo, visto que corpos carbonizados ou congelados podem não haver a possibilidade do posicionamento específico para o escaneamento. A partir disso, a reconstrução multi-planar (MPR) é vantajosa, principalmente nestes casos, onde não houver a possibilidade de posicionar o corpo em decúbito dorsal [12]. Enquanto o *rigor mortis* e o *algor mortis* (queda de temperatura) não afetam as imagens da TCPM, o *livor mortis* é o primeiro a ser definido e ser detectado nas imagens. Panda et. al. afirma que o *livor mortis* pode manifestar um aumento na atenuação em tecidos subcutâneos, pulmões e órgãos sólidos com um gradiente ântero-posterior em porções dependentes do corpo [11].

Segundo Christie et al as duas maiores vantagens da TCPM sobre a TC clínica, que levam a um aumento na qualidade das imagens, é a ausência completa de artefatos de movimento e a capacidade de não haver a preocupação quanto à exposição a radiação [13]. Para Gascho et al a qualidade das imagens da TCPM está diretamente ligada aos parâmetros selecionados antes do escaneamento (Tabela 2) e àqueles escolhidos para a reconstrução das imagens [12]. Dentre outras vantagens, a rapidez na aquisição das imagens e a disponibilidade na maioria dos hospitais são as principais de acordo com Arthurs et al [14]. Já entre as desvantagens está a limitação na avaliação do parênquima dos órgãos e do sistema vascular [9].

A RMPM é excelente em avaliar tecidos moles e, por este motivo, demonstra-se melhor em sensibilidade, especificidade e acurácia que a TCPM no âmbito de avaliar danos ao tecido mole, traumas nos órgãos neurológicos e não neurológicos, além de doenças não traumáticas e da visualização de infarto

agudo do miocárdio [2-3]. Porém, para práticas forenses utilizam a TCPM, pois promove melhor resolução espacial que a RMPM e é efetivo em mostrar fraturas e hemorragias, já em práticas não forenses e pediátricas se usa a RMPM devido ao seu detalhamento dos tecidos moles fato que a TC não promove [3].

Thali et al apresentam que se for possível transferir os resultados de RM clínica para análises

*post-mortem*, há a possibilidade de um grande futuro para análises de alterações viscerais, como as doenças cardíacas, pulmonares e hepáticas [2]. Contudo, o método possui limitações como resultados pulmonares obscuros devido ao próprio processo de putrefação e má interpretação das coleções de fluídos *post-mortem* em tecidos moles subcutâneos, além da dificuldade adicional de avaliar o sistema vascular [10].

**Tabela 2.** Parâmetros de aquisição para TCPM. Adaptado de Gascho et al, *Post-mortem* computed tomography: Technical principles and recommended parameter settings for high-resolution imaging, 2018 [12].

Número de tubos de Raios X	Parâmetros das configurações	Área de aplicação	Principais efeitos em relação à contraste, barulho, resolução e artefatos
<b>Energia simples (01)</b>	100 kVp	Angiotomografia <i>Post-mortem</i> (PMCTA)	Aprimoramento da visualização de estruturas vasculares contrastadas por Iodo, mas aumenta o endurecimento do feixe.
	120 kVp	Varreduras padrões	Comprometimento entre tecido mole e ossos, em relação ao contraste.
	140 kVp	Varredura dental, objetos metálicos, restos ósseos	Configurações de maior kVp decaem o endurecimento do feixe, contudo reduz o contraste.
<b>Energia dupla (02)</b>	80/140 kVp	PMCTA (remoção óssea), objetos metálicos, diferenciação de materiais e imagem pediátrica	Remoção óssea por energia dupla obtém melhor implementação do que remoção óssea por uma única energia, reconstruções mono-energéticas podem ser usadas para a redução de artefatos metálicos, a dupla energia prove atenuação de informações de diferentes níveis de energia, a energia dupla permite definir um contraste melhorado em imagens pediátricas.

Algumas doenças, tais como a embolia pulmonar, podem não ser diagnosticadas e a substituição da necropsia pelos métodos de imagem pode resultar em erros sistemáticos nas estatísticas de mortalidade. Contudo, se usados como escaneamento pré-necropsia, o DI pode afastar necropsias desnecessárias, identificando lesões de difícil diagnóstico na dissecação auxiliando a guiar esta técnica através da identificação de doenças que necessitem de mais investigação. Ainda, a imagem pode reduzir os números de necropsias invasivas ao mesmo tempo em que aumenta sua qualidade, como apresentado por Roberts et al. [3].

A técnica de RMPM, apesar de suas vantagens, não é muito difundida na radiologia forense, devido ao fato de acesso limitado aos equipamentos de ressonância magnética, pela complexidade da técnica e ter maior custo quando comparada à necropsia convencional [3,9,10]. Contudo, algumas alterações *post-mortem* podem ser confundidas com estágios de doenças, como a dilatação intestinal normal intrepetrada como obstrução ou mudanças pulmonares normais com pneumonia [14]. Além disso, a técnica de escaneamento do corpo todo por RM possui deficiência em avaliar pequenas fraturas, além de estruturas contendo ar e anormalidades vasculares, sendo a análise só da área anatômica de interesse mais interessante do que um escaneamento de varredura do corpo inteiro [9,10].

Ao contrário da TC de corpo inteiro, as imagens são usualmente adquiridas de um plano por vez na RM. O tempo de exame que é necessário para obter uma RMPM de alta qualidade é outro importante fator limitante, além de que a presença de gases pode modificar a qualidade das imagens, como a produção de um sinal vazio [9]. Por outro ângulo, o estudo de Ross et al apresentou que a RMPM pode ser utilizada para visualizar doenças não preparadas rotineiramente para a necropsia convencional, ou até mesmo completamente perdidas durante o procedimento, como o pneumotórax e o pneumomediastino [10].

Além de avaliar anormalidades anatômicas congênitas como má-formação cerebral, anormalidade renal, doença cardíaca congênita e displasia esquelética [14]. Na avaliação de mortes infantis a RMPM é particularmente útil em delinear hemorragia interna, dano mesentérico ou visceral associado com trauma contuso ou penetrante no corpo antes da necropsia [14].

Apesar de todas as suas limitações e de não poder substituir completamente a necropsia, a técnica traz o benefício de acrescentar dados importantes, como a reconstrução forense de acidentes, ajudando a guiar o procedimento invasivo. Além disso, diminui a destruição do corpo e a dissecação direta para revelar doenças não detectadas. Isto deve-se a identificação de hematomas subcutâneos que conseguem prover informações importantes sobre os mecanismos do

acidente de trânsito, como o lado e direção do impacto [10].

Além da medicina forense, há ainda a subdivisão da medicina forense clínica, que está ligada a procedimentos de investigação intra-hospitalar de mortes de pacientes e em mortes naturais. Ela é aplicada quando há necessidade de avaliar possíveis erros médicos, controle de qualidade de tratamentos ou quando a causa *mortis* não está clara. Visto que é um ramo que vem se expandindo rapidamente, a RM pode ajudar na avaliação de lesões de tecidos moles que não conseguem ser detectadas por inspeção forense externa [10].

## 5. CONCLUSÃO

A partir dos artigos pesquisados, tanto a Tomografia Computadorizada quanto a Ressonância Magnética vão além do uso clínico, podendo ser aplicadas como escaneamento pré-necropsia tanto para a medicina forense quanto para pesquisas clínicas.

O diagnóstico por imagem mostra-se primordial na avaliação cadavérica e determinação da causa *mortis* sem haver a necessidade da abertura completa do corpo em casos determinados. Além de mostrar-se eficaz na avaliação de danos em vítimas de abuso sexual e de tentativa de assassinato de maneira menos invasiva, pode auxiliar na análise de lesões em tecidos moles e ósseos induzidos por armas brancas, projéteis e violência física e sexual. A partir dos aspectos tratados, percebe-se que a medicina legal brasileira só tem a ganhar com a implementação da TC e RM no escaneamento pré-necropsia evitando necropsias desnecessárias, preservando corpos e agilizando a finalização dos laudos forense.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu professor orientador Daniel Silva de Souza, pelas orientações e por acreditar no tema do artigo, ao professor Adroaldo Lunardelli por ler e avaliar o presente trabalho de conclusão de curso e aos meus pais pelo apoio e motivação durante todo o processo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] L.C.L Prestes JR; R. Ancillotti. *Manual de técnicas em necropsia médico-legal*. Rubio, Brasil, 1-6, 2009.  
[2] M.J. Thali; C. Jackowski; L. Oesterhelweg; S.G. Ross; R. Dirnhofer. Virtopsy – The Swiss virtual autopsy approach. *Leg. Med.* **9**, 100-104, 2007.

[3] I.S.D. Roberts; R.E. Benamore; E.W. Benbow; S.H. Lee; J.N. Harris; A. Jackson; S. Mallett; T. Pantakar; C. Peeble; C. Roobottom; Z.C Traill. Post-mortem imaging as an alternative to autopsy in the diagnosis of adult deaths: a validation study. *Lancet* **379**, 136-142, 2012.  
[4] D. Wichman; A. Heinemann; S. Zahler; H. Vogel; W. Hopker; K. Puschel; S. Kluge. Prospective study of device-related complications in intensive care unit detected by virtual autopsy. *Br. J. Anaesth.* **120**, 1229-1236, 2018.  
[5] A.S. Bolliger; M.J. Thali. Imaging and virtual autopsy: looking back and forward. *Phil. Trans. R. Soc. B* **370**, 1-7, 2015.  
[6] L.J.P. Sonnemans; B. Kubat; M. Prokop; W.M. Klein. Can virtual autopsy with postmortem CT improve clinical diagnosis of cause of death? A retrospective observational cohort study in a Dutch tertiary referral centre. *BMJ Open* **8**, 1-9, 2018.  
[7] S.E. Westphal; J. Apitzch; T. Penzkofer; A.H. Mahnken; R. Knüchel. Virtual CT autopsy in clinical pathology: feasibility in clinical autopsies. *Virchows Arch* **461**, 211-219, 2012.  
[8] C.F. de Freitas. *Imaginologia*. Artes Médicas Ltda, Brasil, 11-12, 2014.  
[9] S. Grabherr; C. Egger; R. Vilarino; L. Campana; M. Jotterand; F. Dedouit. Modern post-mortem imaging: an update on recent developments. *Forensic Sci Res* **2**, 52-64, 2017.  
[10] S. Ross; L. Ebner; P. Flach; R. Brodhage; S.A. Bolliger; A. Christe; M.J. Thali. Postmortem Whole-Body MRI in Traumatic Causes of Death. *Am J Roentgenol* **199**, 1186-1192, 2012.  
[11] A. Panda; A. Kumar; S. Gamanagatti; B. Mishra. Virtopsy Computed Tomography in Trauma: Normal Postmortem Changes and Pathologic Spectrum of Findings. *Curr Probl Diagn Radiol* **44**, 391-406, 2015.  
[12] D. Gascho; M.J. Thali; T. Niemann. Post-mortem computed tomography: Technical principles and recommended parameter settings for high-resolution imaging. *Med Sci Law* **58**, 70-82, 2018.  
[13] A. Christe; P. Flach; S. Ross; D. Spendlove; S. Bolliger; P. Vock; M.J. Thali. Clinical radiology and postmortem imaging (Virtopsy) are not the same: specific and unspecific postmortem signs. *Leg Med* **12**, 215-22, 2010.  
[14] O.J. Arthurs; J.C. Hutchison; N.J. Sebire. Current issues in postmortem imaging of perinatal and forensic childhood deaths. *Forensic Sci Med Pathol* **13**, 58-66, 2017.