Brazilian Journal of Forensic Sciences,
Medical Law and Bioethics

Journal homepage: www.ipebj.com.br/forensicjournal

# A Evolução Histórica das Ferramentas Disponíveis para a Cronotanagnose Inicial

# Historical Evolution of the Available Tools for the Evaluation of Initial Cronotanatognosis

Talita Zerbini[1], Paulo Hilario Nascimento Saldiva[1]

[1] *Departamento de Patologia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo*

Received 11 March 2014

**Resumo.** A estimativa do intervalo postmortem é fundamental em casos de investigação criminal, pois tal estimativa pode inocentar ou culpar algum suspeito. Entretanto, apesar das técnicas utilizadas atualmente, ainda não se pode estabelecer com exatidão a hora do fato, mas sim uma aproximação em faixa de tempo segura. Diante desse cenário, o presente trabalho tem por objetivo descrever a evolução histórica dos métodos utilizados na estimativa do intervalo postmortem inicial.

**Palavras-chave**: Autopsia; Mudanças pós-morte; Tomografia computadorizada; Ressonância magnética.

**Abstract.** This article aims to reflect on the social exclusion of sentenced state of São Paulo and its consequences in social reintegration. Given the inconsistencies found between prison reality and Criminal Laws, this study aims to understand the effects of social exclusion. It takes an understanding of the person labeled as a criminal act and interdisciplinary perspective of social reintegration. Stresses the position contrary to the terms "treatment, rehabilitation recovery, rehabilitation and reintegration" of the prisoner given the connotation that criminal behavior is an expression of some misfit or misconduct on the part of the author only, removing the responsibility of society. The study is based on theoretical assumptions based on forensic Psychology. Therefore, the method of approach was integrative literature survey.

**Keywords:** Autopsy; Postmortem changes; Computed tomography; Magnetic resonance imaging.

http://dx.doi.org/10.17063/bjfs3(2)y2014165

## 1. Introdução

Autópsias são, tradicionalmente, úteis na melhora da qualidade da atenção à saúde, uma vez que as conclusões obtidas nos exames fornecem informações complementares sobre as doenças de pacientes, permitindo, assim, a melhora da qualidade da terapêutica que pode ser oferecida, o controle da qualidade do atendimento prestado e o acesso a inovações tecnológicas nas pesquisas laboratoriais[1, 2].

No século XX, a autópsia convencional apresentou poucas mudanças, consistindo em exame externo e na evisceração, dissecação dos órgãos para identificação de alterações macroscópicas e de lesões e coleta de amostra para exame histopatológico[3]. Entretanto, o exame possui algumas limitações, tais como não reprodutibilidade, restrições ao exame minucioso das estruturas orgânicas mais inacessíveis e a dificuldade das autoridades judiciais e policiais em entender os termos médicos complexos utilizados pelos examinadores[4].

Nas últimas décadas, o número de autópsias realizadas na Europa, nos Estados Unidos e na América Latina diminuiu[1,5,6]. Como exemplo no Brasil, temos o Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, que realizou o exame em 75,6% dos óbitos ocorridos entre 1996 e 2000, porcentagem que caiu para 44,3% entre 2001 e 2006. Os motivos da diminuição do número de exames são diversos, entre eles o medo por partes dos médicos assistentes de discrepância entre a causa da morte determinada na autópsia e as hipóteses diagnósticas levantadas durante o atendimento antes da morte, a descrença dos profissionais que praticam a medicina assistencial e a resistência por parte da família em aceitar o exame. Entretanto, esse quadro pode ser revertido com novas técnicas implantadas para a realização das autópsias, uma vez que os avanços tecnológicos são traduzidos em maior credibilidade para esse tipo de exame[5]. No início da década de 90 do século XX, a Universidade de Berna, localizada na Suíça, começou a realizar pesquisas em cadáveres utilizando tomografia computadorizada (TC) e ressonância magnética (RM), com o objetivo de comparar os resultados obtidos com os da autópsia tradicional, surgindo o projeto *Virtopsy*®, que consiste em um meio de análise baseado na aquisição de imagens (autópsia virtual)[4,7].

A estimativa do tempo de morte, denominado intervalo *postmortem*, é fundamental em casos de investigação criminal, pois tal estimativa pode inocentar ou culpar algum suspeito, uma vez que referido dado vai ser comparado aos álibis fornecidos pelos investigados[8]. No âmbito civil, a estimativa do intervalo *postmortem*

(IPM) se faz necessária em caso de comorientes, ou seja, de pessoas que morrem juntas em um mesmo evento[9]. Apesar das técnicas utilizadas atualmente, ainda não se pode estabelecer com exatidão a hora do fato, mas sim uma aproximação em faixa de tempo segura[10]. Os parâmetros mais utilizados pela Medicina Legal para a estimativa do intervalo *postmortem* são a rigidez cadavérica, a desidratação cadavérica, o resfriamento cadavérico e a deposição de hipóstases[11].

Atualmente, foi publicada pesquisa que considera a possibilidade da utilização dos exames complementares de imagem como auxílio à estimativa do intervalo *postmortem*, que estimou o intervalo *postmortem* por meio de análise tomográfica das hipóstases viscerais torácica. Diante desse cenário, o presente trabalho tem por objetivo descrever a evolução histórica dos métodos utilizados na estimativa do intervalo *postmortem* inicial.

## 2. Método

Trata-se de revisão integrativa realizada na base de dados PubMed® utilizando-se os descritores selecionados no MeSH®: "*autopsy*" e "*postmortem changes*". Para o refinamento da revisão, foram adicionados os termos "*tomography, X-ray computed*" ou "*magnetic resonance imaging*". Os artigos foram selecionados pela língua de publicação (inglês e espanhol), sendo excluídos os demais idiomas (japonês, russo e alemão). Além disso, foram utilizados artigos em língua portuguesa publicados na base de dados médicos Scielo® e no portal USP relacionados às ciências forenses, livros-texto, tese de doutorado e legislação pertinentes ao estudo.

## 3. Revisão Bibliográfica

### 3.1 Medicina Legal e Patologia Forense

A Medicina Legal é a área de interseção entre os campos de conhecimento da Medicina e do Direito, devendo o especialista aplicar seus conhecimentos médicos para servir à justiça[12]. Em outras palavras, a especialidade não tem o objetivo de auxiliar a saúde, mas sim de fornecer conhecimento para manter o equilíbrio social.

Tourdes (apud Faillace, 1972[13]) dividiu a história da Medicina Legal em cinco fases: antiga, romana, média, canônica e moderna ou científica. Assim, a primeira fase (antiga) compreende o primeiro marco da relação entre estas duas grandes áreas de conhecimento e ocorreu no século XVII a.C., quando foi promulgado o Código de Hamurabi, Código Penal mais antigo de que se tem conhecimento. O período também abrange a utilização das técnicas de embalsamento no Egito, o início da realização da docimásia fetal na Grécia e a exposição das bases éticas de

Hipócrates. Entretanto, a primeira citação do exame médico de uma vítima de homicídio refere-se à morte de Júlio César no ano 44 a.C., no qual se constatou a presença de 23 golpes de faca (dos quais apenas um foi mortal), sendo este o início da fase romana[10,13]. A fase da Idade Média se inicia com Carlos Magno, quando foi instituído que os juízes deveriam se apoiar nos exames médico-legais dos cadáveres para embasar suas sentenças. A fase canônica foi marcada pela interferência dos pontífices no direito, sendo determinada a necessidade das perícias pelo papa Giovani XXII[13]. Entretanto, a Medicina Legal nasceu oficialmente somente em 1507 na Alemanha com a promulgação do Código de Bamberg, que instituiu a atuação de médicos em processos judiciais[14].

No Brasil, a história da Medicina Legal pode ser dividida em três fases, segundo Oscar Freire (apud Faillace, 1972[13]). A primeira fase ou "fase estrangeira" compreende o primeiro trabalho científico publicado por Gonçalves Gomide em 1814 e compilações de livros estrangeiros, sendo a primeira autópsia realizada em 1855[13,15]. A segunda fase se iniciou com Souza Lima, que inaugurou cursos práticos de Medicina Legal. A terceira fase ou "fase científica" foi iniciada por Nina Rodrigues na Bahia, que traçou novas normas para o estudo de Criminologia no país e deixou discípulos como Oscar Freire, Afrânio Peixoto, Hilário Veiga de Carvalho, Flamínio Fávero e Estácio de Lima[13]. Em 1918, Oscar Freire veio para São Paulo para instalar a cadeira de Medicina Legal da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo[15].

Para evitar conflitos conceituais entre Medicina Legal e Patologia Forense, é fundamental estabelecer a diferença de entendimento sobre as referidas áreas de acordo com o Direito Anglo-Saxão e com o Direito Romano-Germânico. O Direito Anglo-Saxão é baseado no sistema da *common law*, "de *direito não-escrito*", e tem "o seu direito objetivo em princípios declarados pelas Cortes judiciárias com fundamento em uma teórica tradição imemorial"[16]. Já o Direito Romano, seguido principalmente na América Latina e Europa Continental, é estruturado no sistema da *civil law*, ou seja, baseado em leis, que são atos normativos elaborados pelos representantes eleitos pela população, sendo o papel atribuído ao Poder Judiciário mais restrito[17].

Segundo Flamínio (1991)[11], a especialidade Medicina Legal é a "aplicação dos conhecimentos médico-biológicos na elaboração e execução das leis que deles carecem", conceito que traduz o entendimento do Direito Romano-Germânico, adotado no Brasil. A Patologia Forense, no Direito Romano, pode ser considerada

como a área que estuda as doenças que sejam de interesse jurídico, visto que o termo “Patologia” é derivado do grego *pathos*, que significa *sofrimento, doença*, e “Forense” está relacionado ao âmbito jurídico. Em outras palavras, a Patologia Forense no Brasil pode ser considerada como a interseção entre os campos de conhecimento da Medicina Legal Criminal e da Patologia. A Medicina Legal é considerada, por alguns autores, uma das áreas que devem ser consideradas de maior interesse público, apesar de ter um menor número de profissionais em atuação quando comparada a outras áreas médicas[18].

A tanatologia forense, um dos ramos da Medicina Legal criminal, tem como um de seus principais objetivos a estimativa do intervalo *postmortem*, que pode ser usado para inocentar ou não algum suspeito[19]. Desse modo, o processo de investigação precisa envolver não só a análise do corpo, mas também os elementos que o circundam, pois estes podem fornecer informações importantes para a complementação do estudo do cadáver[11,18,20].

O exame do cadáver pode ser denominado de diversas formas: exame necroscópico, autópsia, necroscopia, tanatoscopia ou necrópsia, sendo “autópsia” a terminologia mais utilizada mundialmente. De acordo com os Descritores em Ciências da Saúde (DeCS®), criado pela Biblioteca Regional de Medicina (BIREME) para servir como uma linguagem única na indexação de artigos de revistas científicas, livros, anais de congressos, relatórios técnicos, e outros tipos de materiais disponíveis na Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), os descritores a serem utilizados para referência ao assunto são “autópsia” ou sua sinonímia “necrópsia”, sendo, portanto, ambos os termos considerados corretos nos textos publicados em português. Na literatura de língua inglesa, o descritor utilizado é “*autopsy*”, de acordo com o *Medical Subject Headings* (MeSH®), que possui o mesmo propósito do DeCS®.

Os referidos exames podem ser realizados em casos de morte violenta, suspeita ou natural. Morte violenta é a que resulta de uma ação externa e lesiva, seja ela imediata ou tardia; a morte suspeita é a que apresenta possibilidade de ter ocorrido de modo violento, sendo geralmente as de forma súbita e sem causa evidente; as mortes naturais são decorrentes de processos mórbidos que não tenham relação com fatores exógenos[21]. A documentação de todos os casos é de extrema importância, uma vez que garante a correta interpretação dos dados nas análises posteriores realizadas[18]. Desse modo, o examinador deve sempre estar pronto para apresentar os dados obtidos e prestar seu depoimento, quando

necessário, em casos que vão a julgamento, sendo essencial transformar a linguagem técnica em uma forma acessível a todos[19].

Entre os elementos essenciais da esfera forense citados anteriormente, a estimativa do intervalo *postmortem* assume maior abrangência do ponto de vista jurídico, uma vez que possui relevância nas duas grandes áreas do Direito: Penal e Civil. Nos casos criminais, conforme já referido anteriormente, o horário da morte pode eliminar ou sugerir suspeitos, confirmando ou derrubando o álibi apresentado[19]. No âmbito civil, segundo o artigo 6° do Código Civil, a morte determina o fim da personalidade jurídica da pessoa natural, e a extinção da personalidade, por conseguinte, inicia a transmissão da herança, de acordo com o previsto no artigo 1.784 do Código Civil[22]. Em casos de morte de um ou mais herdeiros na mesma ocasião, é de vital importância que se estabeleça o momento da morte de cada um com a maior precisão possível, visto que, se não for possível determinar qual óbito ocorreu primeiro, o Direito considerará falecimento simultâneo, de acordo com o princípio da comoriência previsto no artigo 8° do Código Civil: “Se dois ou mais indivíduos falecerem na mesma ocasião, não se podendo averiguar se algum dos comorientes precedeu aos outros, presumir-se-ão simultaneamente mortos"[22]. Portanto, o instituto da comoriência tem como finalidade a fixação de regras sucessórias, sendo a estimativa do intervalo *postmortem* de vital importância quanto à transmissão da herança. Pereira (1993)[16] demonstra a importância da estimativa: "(...) A Medicina Legal socorre o jurista, fornecendo-lhe os meios técnicos de comprovação da morte e do momento em que ocorreu (...)”.

No Brasil, todas as vítimas fatais por causas externas devem ser periciadas no Instituto Médico Legal (IML), conforme dispõe o artigo 158 do Código de Processo Penal: “quando a infração deixar vestígios, será indispensável o exame de corpo de delito, direto ou indireto (...)”[23]. Já o Serviço de Verificação de Óbitos é responsável por “realizar necrópsias de pessoas falecidas de morte natural sem ou com assistência médica (sem elucidação diagnóstica)”[24]. Desse modo, é fundamental que as autópsias realizadas nas duas instituições estimem o intervalo *postmortem* do indivíduo, visto que poderá haver envolvimento jurídico na maior parte dos casos analisados.

A cronologia da morte, segundo Fávero (1991)[11], “é o tempo em que aparecem as várias fases por que passa o cadáver, desde o instante em que se processa a morte”. O estudo da cronologia dos fenômenos envolvendo os cadáveres é chamado

cronotanatognose e permite a estimativa do intervalo *postmortem* do corpo analisado.

### 3.2 Cronotanatognose

A estimativa do intervalo *postmortem* é um problema que sempre acompanhou a humanidade[10,25]. Segundo Thoinot (apud Fávero, 1991)[11], a morte não é um momento, mas um verdadeiro processo. Apesar do avanço tecnológico da Medicina, ainda não se pode estabelecer com exatidão a hora do fato, mas sim uma aproximação em faixa de tempo segura, apesar da crença popular e da divulgação da maioria das séries policiais de televisão[18].

A estimativa do momento da ocorrência do óbito pode ser realizada por meio do estudo dos fenômenos que se iniciam com a morte, sendo esta análise chamada cronotanatognose[10], que fornecerá o intervalo de tempo entre o óbito e o exame pericial, conhecido como intervalo *postmortem* ou IPM[20].

Os fenômenos cadavéricos são inevitáveis e progressivos, a não ser que o corpo seja congelado ou embalsamado[18]. Na prática, as alterações se iniciam a partir do momento da morte, entretanto, didaticamente, podem ser divididos em dois grandes grupos, segundo a Classificação de Borri: abióticos ou avitais e transformativos[11]. Os abióticos ainda podem ser subdivididos em imediatos e consecutivos. Os fenômenos imediatos são consequência da cessação das funções vitais e são considerados apenas sinais de presunção de morte, uma vez que podem ser revertidos, sendo eles a perda da consciência, imobilidade, arreflexia, parada da circulação e da respiração, entre outros. Os fenômenos consecutivos seguem-se aos imediatos, sendo utilizados para o diagnóstico propriamente dito da morte, entre eles a rigidez muscular, a desidratação cadavérica, o resfriamento cadavérico e a hipóstase, que serão melhor abordados abaixo por serem o foco do presente estudo. Por fim, os fenômenos transformativos podem ser destrutivos (putrefação e maceração) ou conservadores (mumificação e saponificação)[11,20,21]. Os fenômenos transformativos não serão discutidos no presente trabalho.

#### 3.2.1 Rigidez cadavérica

A rigidez cadavérica é decorrente do endurecimento dos músculos em decorrência de alterações químicas que ocorrem no mioplasma, que começam a acontecer logo após a morte, mas que somente são notadas após algumas horas[18]. A contração muscular em vida ocorre pela ligação da actina e da miosina presentes nas fibras musculares, cuja energia para ocorrência é decorrente da quebra da adenosina

trifosfato (ATP) em adenosina difosfato (ADP), sendo um mecanismo aeróbio. Além disso, a ATP é responsável pela elasticidade e plasticidade muscular[26]. Entretanto, a formação de ADP novamente em ATP depende do oxigênio tecidual, que não mais é fornecido após a morte, gerando diminuição do ATP e aumento do ácido lático intracelular por anaerobiose. Assim, a ligação de actina e miosina torna-se mais duradoura e forte, ocasionando a rigidez muscular percebida nos cadáveres[20,26].

Segundo França (2004)[21], a rigidez torna-se perceptível em 1-2 horas, seguindo a sequência crânio-caudal, ou seja, inicia-se nos músculos da face, pescoço, tórax, braços e por último as pernas[21,27]. A rigidez é progressiva e atinge o máximo em 8 a 12 horas, dependendo da temperatura do ambiente[18,21]. Knight (1991)[20] e Tsokos e Byard (2012)[26] defendem que a rigidez pode atingir seu máximo em 6 a 12 horas. É fundamental que a rigidez muscular não seja confundida com rigidez articular, visto que as estruturas ósseas e cartilaginosas não estão envolvidas no mecanismo de formação do enrijecimento pós-mortal[28].

Se a rigidez é desfeita mecanicamente durante sua evolução, o membro pode se tornar novamente rígido na nova posição. Entretanto, se a rigidez for desfeita mecanicamente após atingir seu máximo, não há novo enrijecimento. Além do ato mecânico, a rigidez começa a se desfazer somente com a putrefação do corpo[18,26], sendo sua duração máxima de 18 a 36 horas[20] ou até de 50 horas[26].

Os fatores que podem acelerar a formação da rigidez são infecções, eletrocussão, temperatura corpórea elevada antes da morte, temperatura ambiente elevada, extremos de idade, indivíduos atléticos e mortes por hemorragia. Corpos que estejam em temperatura ambiente baixa ou que apresentem pouca massa muscular, excesso de gordura corporal ou anasarca apresentam rigidez menos marcante[18,27].

### 3.2.2 Desidratação cadavérica

Condições ambientais caracterizadas por temperaturas elevadas e bem ventilados geram evaporação dos líquidos cadavéricos, mecanismo que se traduz por diminuição do peso do cadáver e por ressecamento cutâneo e de mucosas. A perda de peso varia com as condições do ambiente e com os fatores individuais, sendo mais marcante nos extremos da idade[27]. De acordo com França (2004)[21], nos fetos e recém-nascidos perde-se de 8 a 18g/kg/h nas primeiras horas. Porém, para utilização deste parâmetro para estimativa do IPM, é necessário saber o peso da pessoa no momento de sua morte.

O ressecamento cutâneo gera um apergaminhamento da pele, que se traduz por um aspecto amarelado, seco, duro e espesso, semelhante ao pergaminho[21,27]. Já o ressecamento da mucosa resulta no seu escurecimento, o que pode ser confundido com cianose ou lesões por compressão ou cáusticas[18,21]. A desidratação também pode ser notada no globo ocular, uma vez que ocorre perda da transparência da córnea com formação da tela viscosa, aparecimento da mancha de Sommer-Larcher na esclera exposta ao ambiente (pálpebras semicerradas) e afundamento do globo ocular decorrente da diminuição da pressão intra-ocular por evaporação do líquido local[27].

### 3.2.3 Resfriamento cadavérico

O organismo homeotermo vivo somente mantém sua temperatura em decorrência de processos exotérmicos[27]. A perda da capacidade do organismo em manter sua homeostase faz com que a temperatura corpórea entre em equilíbrio com o ambiente. Tradicionalmente, os estudos realizados na área foram desenvolvidos em locais em que a temperatura é menor do que a do corpo no momento da morte, sendo este o motivo do fenômeno ser conhecido como resfriamento cadavérico ou *algor mortis*. Entretanto, como o fenômeno é decorrente da perda da homeostase, se o corpo estiver em ambiente com temperatura acima da temperatura corporal no momento da morte, os tecidos irão “esquentar”, e não “resfriar”[18].

Os métodos de estimativa do IPM baseados na temperatura são os mais utilizados, principalmente nas primeiras 24 horas[29,30,31]. Rentoul e Smith (apud França, 2004)[21] propuseram uma fórmula simples, levando em consideração um esfriamento médio de 1,5°C por hora: H=N-C/1,5, em que *H* seria o tempo calculado, *N* a temperatura retal normal de 37,2°C e *C* a temperatura retal no momento do exame[21]. Para Nokes et al. (1992)[32], não é possível estimar o IPM com fórmula tão simples.

A medida da temperatura pode ser realizada em diversos sítios, entre eles cérebro, fígado, orelha externa e reto[29,32]. Inicialmente, as investigações utilizavam a pele da região abdominal, porém a técnica se tornou obsoleta, sendo substituída principalmente pela temperatura retal, uma vez que este é um método menos invasivo e de fácil realização na cena do crime[33,34,35]. Entretanto, as estimativas baseadas na temperatura sempre apresentam a mesma dificuldade: a temperatura corpórea no exato momento da morte não é conhecida, portanto as fórmulas devem

"assumir" uma temperatura média normal ou fazer regressão dos dados para estimar a temperatura no horário do óbito[32].

Nos últimos 20 anos, os estudos desenvolvidos na Universidade de Glasgow com termografia de micro-ondas apresentaram evoluções significativas[36]. Porém, como a técnica é recente na prática médica, as temperaturas normais do corpo ainda não estão bem estabelecidas[29]. Segundo Al-Alousi et al.[37], o intervalo de confiança para a estimativa do IPM baseado neste método é de 68%, sendo o cálculo feito por software próprio para o sistema operacional Windows®.

É consenso que a temperatura corporal tem resfriamento menos intenso nas primeiras horas após o óbito, apresentando queda mais intensa cerca de 3 horas após[32]. Existem fatores que interferem na mudança de temperatura corpórea após a morte: o resfriamento do corpo pode ser desacelerado nas mortes decorrentes de sepse, insolação, sufocação e em cadáveres obesos, enquanto as hemorragias e as intoxicações por álcool e arsênico aceleram esse processo[27]. Além disso, a temperatura ambiente e a quantidade de roupas que a vítima estava usando também são fatores de forte influência na modificação da temperatura corporal após a morte[38].

Honjyo et al. (2005)[30] propõe utilização de fórmula matemática para realizar a estimativa do IPM com base na temperatura retal aliada a medidas de rigidez, hipóstase e opacificação da córnea. Entretanto, relata que o trabalho apresenta grande limitação, visto que a fórmula somente pode ser aplicada em ambientes em que não haja flutuações da temperatura ambiente.

### 3.2.4 Hipóstase

A pressão intravascular cai a zero assim que a circulação sanguínea se interrompe. Desse modo, a única força atuando sobre o sangue é a gravidade, uma vez que a propulsão arterial e o retorno venoso se tornam incapazes de mover o sangue para a rede capilar. A força da gravidade, então, atrai os elementos sanguíneos para as partes do corpo mais próximas do solo, sendo os eritrócitos os elementos que mais se concentram nas porções mais baixas dos vasos[20]. Além da sedimentação, o plasma se difunde para fora da luz vascular por falta de pressão coloidal, o que leva a um hematócrito acima de 80% das regiões mais baixas do corpo[39,40,41]. O sangue com hematócrito normal possui viscosidade 3 a 4 vezes a da água, entretanto essa proporção aumenta consideravelmente pela difusão lenta do plasma para fora dos vasos[41]. A concentração dos eritrócitos no sistema vascular e a difusão do plasma

são vistas como coloração vermelho-arroxeada nos tecidos adjacentes, que é a chamada mancha de hipóstase ou *livor mortis*[18,20,41].

Por ser um mecanismo dependente da gravidade, a formação da hipóstase depende da posição em que o corpo está e não acontece em locais em que haja pressão ou colabamento dos vasos, como nos pontos em que o corpo está apoiado[20,42]. Nestes locais, a pele se torna mais esbranquiçada, uma vez que o sangue contido dentro dos vasos é "empurrado" pela compressão do corpo contra a superfície[20,41]. Em pessoas com a pele mais escura, a hipóstase pode ser difícil de ser notada[28], existindo a possibilidade de ser confundida com equimoses por examinadores menos experientes, sendo fundamental saber o conceito das duas alterações para que não haja erro de interpretação[19].

A velocidade de ocorrência dessa deposição depende do diâmetro dos vasos e da viscosidade do sangue, ou seja, a deposição é mais rápida em vasos mais dilatados e com viscosidade sanguínea diminuída[10]. De acordo com Fávero (1991)[11], o aparecimento das hipóstases na cidade de São Paulo ocorre em 10 minutos após a morte, tornando-se visíveis em 1 a 3 horas e se fixando em torno de 8 a 12 horas. Knight (1991)[20] defende que a hipóstase começa a se formar 30 minutos após a morte. Segundo Dolinak et al. (2005)[18], sua formação inicia no momento da parada cardíaca, tornando-se perceptível após 3-4 horas e mais marcante em 6-8 horas, com seu desenvolvimento completo na pele em 10-12 horas. Calabuig (2005)[27] considera que a hipóstase se torna perceptível na pele em 1h45min e atinge seu máximo em 12-15 horas. Já França (2004)[21] considera que as manchas se iniciam em 2-3 horas de IPM.

Após a formação completa da hipóstase, começa a ocorrer a fixação da mesma, ou seja, a mancha de hipóstase não se modifica, independente da mudança de posição do corpo[10,11,28]. Noriko (1995)[42] disserta sobre duas teorias para explicar o mecanismo de fixação da hipóstase: difusão da hemoglobina e hemoconcentração. O primeiro mecanismo seria decorrente da difusão da hemoglobina para a parede vascular e para os tecidos adjacentes, formando uma "nuvem de hemoglobina" que não mais se desprende do local. Já o segundo mecanismo seria decorrente da hemoconcentração intravascular por extravasamento do plasma. Entretanto, em estudo realizado por análise imunohistoquímica para detecção de hemoglobina nas hipóstases, o autor defende que a fixação ocorre somente por hemoconcentração, que gera um complexo de células vermelhas sedimentadas e aderidas à parede do vaso[41,42].

Se o corpo for movido antes de sua fixação, a hipóstase irá se mover para o local mais próximo do solo. Entretanto, se já estiver fixa, permanecerá no mesmo local independente da posição em que o corpo for colocado[20]. De acordo com França (2004)[21], a fixação da hipóstase ocorre em torno de 12 horas após a morte. O mecanismo de formação da hipóstase já foi estudado por meio de colorimetria, que encontrou hipóstase móvel nas primeiras 12 horas de IPM, sendo a fixação na maioria dos casos ao redor de 72 horas[25]. Entretanto, existem relatos na literatura de ocorrência de fixação da hipóstase entre 6-8 horas, entre 12 e 24 horas ou até mesmo somente em 5 dias após a morte, dependendo das condições ambientais e individuais[25,41]. A análise macroscópica da pele pode detectar petéquias na mancha de hipóstase, porém a formação destes diminutos pontos mais escurecidos no *livor mortis* é um fenômeno puramente pós-mortal, mais frequente em hipóstases fixas, não havendo relação com reação vital[43].

A referida hemoconcentração ocorre tanto na pele quanto nos órgãos internos, produzindo assim a hipóstase visceral[10,18,44]. O pulmão é o órgão interno em que a hipóstase é mais facilmente vista, sendo o local de formação mais escuro quando comparado ao parênquima pulmonar verticalmente oposto[18,20]. Geralmente, o fenômeno é acompanhado por congestão e edema do parênquima mais próximo ao solo. A hipóstase também pode ser vista no coração e nas alças jejunais e ileais[20]. Por ser decorrente de hemoconcentração, a hipóstase pode ser vista por meio de exames complementares de imagem, uma vez que apresenta densidade diferente dos tecidos adjacentes[39,40,45].

Técnicas auxiliares para estimativa do intervalo *postmortem* têm sido descritas nas últimas décadas, tais como esvaziamento gástrico, estimulação elétrica muscular e medição dos níveis de potássio. Apesar de não serem aceitas por alguns autores, tal como Dolinak et al. (2005)[18], as referidas técnicas serão melhor descritas abaixo, a fim de abranger o maior número de pesquisas relacionadas à cronotanatognose, possibilitando maior precisão da estimativa do intervalo *postmortem*.

### 3.2.5 Técnicas auxiliares para estimativa do IPM

A presença, aparência e quantidade de alimento no estômago podem ser úteis na estimativa do IPM. A análise deve considerar que o esvaziamento gástrico ocorre em uma velocidade conhecida; entretanto, sabe-se que o esvaziamento depende da quantidade e tipo de alimento ingerido, da ingestão de medicamentos ou drogas,

patologias pré-existentes e das condições emocionais do indivíduo antes do falecimento. Como exemplo, temos que o estômago pode eliminar 150g de suco de laranja em 1h30min, enquanto demora 2 horas para eliminar 50g de alimento sólido[28].

A relação entre a concentração de potássio no humor vítreo e o IPM também é foco de estudo há muitos anos. Contudo, todas as fórmulas propostas baseavam-se no valor inicial de potássio obtido por regressão, assim como a estimativa realizada com base na temperatura corpórea. Além disso, as medidas somente se tornam confiáveis se não houver distúrbios metabólicos antes da morte. De acordo com Muñoz et al. (2001)[46], a concentração de potássio no humor vítreo aumenta proporcionalmente com o aumento do IPM, devendo a fórmula levar em consideração fatores de correção baseadas nos níveis de ureia e creatinina.

O líquor também já foi foco de estudos para se estabelecer parâmetros de estimativa do IPM em intervalo máximo de 24 horas, entretanto enfrentam o mesmo problema de se desconhecer os valores dos eletrólitos no momento da morte. Segundo Yadav et al. (2007)[47], ocorre aumento da concentração de potássio e diminuição da concentração de sódio no líquido cefalorraquidiano, sendo proporcional ao aumento do IPM. A seguinte fórmula foi utilizada pelo autor: $y=ax+b$, onde $y$ é a concentração do eletrólito, $x$ é o IPM em horas e $a$ e $b$ são variáveis independentes obtidas por regressão linear.

Querido e Phillips (2001)[48] defendem que existe correlação entre impedância elétrica extracelular e o IPM, ocorrendo aumento discreto da impedância na primeira hora após a morte, seguido de queda praticamente linear até 21 dias após a morte. Segundo os autores, o aumento inicial da impedância se deve à diminuição da saída de potássio e ao aumento da saída de sódio para o extracelular, que se equilibra após a primeira hora do óbito. Entretanto os estudos realizados até o momento foram conduzidos somente na parede abdominal de ratos.

Em 1999 foi desenvolvido na Alemanha estudo imunohistoquímico para se delimitar o intervalo *postmortem* tardio com base na presença de insulina nas ilhotas de Langerhans. Segundo Wehner et al. (1999)[49], todos os casos com tempo de morte de até 12 dias apresentam positividade para insulina, enquanto há mistura de negativos e positivos entre 12 e 30 dias, e negatividade de todos os casos após 30 dias de morte. Em outras palavras, o referido estudo é útil para se estimar intervalos *postmortem* tardios.

Além das técnicas auxiliares citadas, os exames complementares de imagem têm assumido maior importância no contexto das ciências forenses. Apesar de a radiografia já ser utilizada com esse enfoque há mais de 100 anos, foi somente com a introdução da tomografia computadorizada que as pesquisas na área foram alavancadas[50].

### 3.3. Utilização de exames complementares de imagem na autópsia

A radiologia forense teve seu início marcado em 1895 por Conrad Roentgen, porém somente começou a ser utilizada como auxílio a exames necroscópicos em 1898[51]. A radiologia tem assumido grande importância em todas as disciplinas médicas pelo desenvolvimento de novas técnicas e melhores resoluções[52,53]. Entretanto, o potencial do exame não invasivo de imagem ainda não foi totalmente explorado pelas ciências forenses, pois existem poucas publicações a respeito do tema, sendo mais encontradas na radiologia clínica assistencial[54].

Segundo Cha et al. (2010)[4], a autópsia convencional tem algumas limitações, como a dependência da experiência do examinador, a falta de reprodutibilidade e a dificuldade de compreensão dos laudos pelas autoridades competentes. Com o objetivo de aprimorar os exames, as técnicas de imagem radiológica avançaram muito nas últimas décadas[39,55,56]. Atualmente, os exames de imagem forense são considerados como um excelente complemento à autópsia convencional[45,57].

No ano 2000, iniciou-se o projeto *"VIRTOPSY®"*, desenvolvido por Richard Dirnhofer, ex-diretor da Medicina Forense de Berna (Suíça), e por Michael Thali, do Instituto de Medicina Forense da Universidade de Berna[7]. O projeto nasceu do desejo de implementação de novas técnicas que trouxessem benefício às ciências forenses[54]. O termo *virtopsy®* tem origem na mistura de *virtual* e *autopsy*: *virtual* foi escolhido no sentido de *ser útil*, de acordo com a origem da palavra no latim antigo; *autopsy* é a combinação de *autos* (próprio, seu) e *opsomei* (vendo com os olhos), portanto *autopsy* significa ver com os próprios olhos. Como o objetivo do trabalho era eliminar a subjetividade contida em *autos*, o prefixo foi eliminado, criando-se o termo *virtopsy®* [40]. A hipótese inicial dos pesquisadores era de que as imagens não invasivas poderiam permitir a visualização dos achados de autópsia e possivelmente adicionar informações novas a ela[54], argumentando que "se está fazendo uma autópsia convencional, está destruindo a geometria 3D do corpo"[7]. Ademais, a principal finalidade dos criadores era que a documentação obtida pudesse ser mais objetiva como evidência nos tribunais[40].

O projeto *Virtopsy®* inicialmente utilizou a tomografia computadorizada mulstislice (MSCT) e a ressonância magnética (RM)[7,40,52]. No Brasil, o termo *virtopsy®* ficou conhecido como *autópsia virtual*. Apesar do termo não refletir o sentido original do termo *virtual*, ainda não existe outro termo para fazer referência à utilização dos exames complementares no auxílio às autópsias. No início das pesquisas, o aspecto normal dos órgãos após a morte não era conhecido, o que alavancou as pesquisas na área[52].

A autópsia virtual oferece diversas vantagens, entre elas a obtenção da informação antes da realização da autópsia, a conservação de provas para o processo de investigação, a opção a familiares cujas religiões não aceitam a realização da autópsia tradicional[52,54], a redução do risco de infecção dos examinadores e menor tempo na realização dos exames[7]. Segundo Thomsen et al. (2009)[58] e Oesterhelweg et al. (2007)[53], os serviços que possuem os aparelhos para realizar os exames de imagem deveriam examinar todos os corpos para fins de pesquisa e documentação digital. Além disso, a documentação pode ser guardada por tempo maior do que o exame histológico[59]. Entretanto, a autópsia convencional ainda permanece como ferramenta essencial na investigação criminal[1].

A tomografia computadorizada (TC) é uma modalidade especial de procedimento com raios X que envolve a medida indireta da atenuação (ou enfraquecimento) dos raios X em diversas posições ao redor do paciente, sendo o grau de atenuação equivalente à densidade tecidual, medida em unidades Hounsfield - UH[60]. No início da década de 70 do século XX, a TC foi introduzida por Hounsfield e Cormack e começou a ser utilizada através de produção de imagens seccionadas do paciente e reconstruídas matematicamente. O primeiro exame realizado na área forense foi de vítima de lesão por projétil de arma de fogo[61]. Posteriormente, em 1998, a TC espiral, em que existe mais de uma linha de detectores de raios X dispostas uma ao lado da outra, passou a permitir a aquisição de imagens tridimensionais, sendo possível analisar as imagens de modo mais próximo a sua forma original ao realizar a varredura completa das regiões anatômicas em segundos, o que pode ser considerado o avanço mais recente conquistado pela radiologia forense[51,56,60].

Existem diversos aspectos tomográficos que são comuns em exames realizados após a morte, mas que seriam considerados muito alterados se analisados por especialistas acostumados a imagens obtidas antes da morte. Um radiologista clínico que tente interpretar imagens pós-mortais pode enfrentar grande

dificuldade, uma vez que as alterações pós-mortais não fazem parte de seu cotidiano[62,63]. A hipóstase é um dos achados pós-mortais mais frequentes, podendo servir como instrumento de auxílio à cronotanatognose[44,45,64].

### 3.4. Estudo das hipóstases viscerais por Tomografia Computadorizada

A tomografia computadorizada é um excelente método de medida de densidade, uma vez que os tecidos apresentam atenuações dos raios X variadas, o que é visto nas imagens como tons de cinza, que por sua vez são tão mais claros quanto mais hiperdensos os materiais representados. Desse modo, o ar é representado pelo tom de cinza mais escuro, enquanto o osso e implantes metálicos apresentam os tons de cinza mais claros.

Por esse motivo, o exame pode ser utilizado para analisar as hipóstases viscerais[40]. O aspecto tomográfico da hipóstase pulmonar, por exemplo, ocorre por diferença de densidade entre a região hemoconcentrada no interior dos vasos e os espaços preenchidos por ar. O plasma apresenta a mesma densidade da água, enquanto a região hemoconcentrada apresenta um sinal de alta densidade na tomografia computadorizada[64]. Como os alvéolos preenchidos por ar apresentam um sinal de baixa intensidade, a hipóstase pulmonar causa um sinal hiperintenso em comparação com o parênquima pulmonar adjacente[39,52]. Já a hipóstase intracardíaca pode ser vista pela separação gradativa dos elementos figurados e do plasma no conteúdo intracardíaco e na luz dos grandes vasos[65].

A ocorrência de hipóstase pulmonar deve ser sempre lembrada, uma vez que apresenta aspecto tomográfico muito semelhante à consolidação pneumônica. A TC multislice é excelente para visualizar a hipóstase pulmonar, apresentando melhor definição até mesmo quando comparada à ressonância magnética[39]. A imagem obtida por tomografia permite inclusive diferenciar a hipóstase de contusões pulmonares e de broncoaspiração de sangue e de conteúdo estomacal[40]. Em relação à hipóstase intracardíaca e de grandes vasos, Ishida et al. (2011)[65] relatam que é possível identificar a hipóstase na veia cava superior, no átrio direito, no ventrículo direito, na aorta torácica, no átrio esquerdo e no ventrículo esquerdo. Em série de 50 casos, os autores referem que a hipóstase foi facilmente observada em 55% dos pacientes, sendo os melhores locais para análise o átrio direito (88% dos casos), átrio esquerdo (88% dos casos) e aorta torácica (76% dos casos).

As hipóstases pulmonares e intracardíacas podem ser analisadas por meio de documentação radiológica de diferentes janelas[60]. Zerbini (2013)[66] concluiu que é

possível estimar o intervalo *postmortem* por meio da aplicação do modelo estatístico de Mitscherlich utilizando-se as medidas de densidade dos segmentos anteriores e posteriores do átrio esquerdo, tendo estabelecido método útil e mais preciso para a cronotanatognose nos momentos pós-mortais iniciais.

## 4. Considerações finais

O presente estudo visou demonstrar a evolução histórica dos métodos utilizados para a estimativa do intervalo postmortem: o que inicialmente era constatado somente por observação simples, atualmente pode ser feito até mesmo com exames complementares avançados, tais como tomografia computadorizada multislice, mostrando que ainda há muito conhecimento a ser agregado à Medicina Legal e à Patologia Forense.

## Referências

1. Ladich E, Burke A, Virmani R. Should the autopsy be allowed to become obsolete? *Nat Clin Pract Cardiovasc Med*. 2006;3(6):289.

2. Lundström C, Persson A, Ross S, Ljung P, Lindholm S, Gyllensvärd F, Ynnerman A. State-of-the-art of visualization in post-mortem imaging. *APMIS*. 2012;120(4):316-26.

3. Roberts IS, Benamore RE, Benbow EW, Lee SH, Harris JN, Jackson A, Mallett S, Patankar T, Peebles C, Roobottom C, Traill ZC. Post-mortem imaging as an alternative to autopsy in the diagnosis of adult deaths: a validation study. *Lancet*. 2012;379(9811):136-42.

4. Cha JG, Kim DH, Kim DH, Paik SH, Park JS, Park SJ, Lee HK, Hong HS, Choi DL, Yang KM, Chung NE, Lee BW, Seo JS. Utility of postmortem autopsy via whole-body imaging: initial observations comparing MDCT and 3.0T MRI findings with autopsy findings. *Korean J Radiol*. 2010;11(4):395-406.

5. Pompilio CE, Vieira JE. The technological invention of disease and the decline of autopsies. *Sao Paulo Med J*. 2008;126(2):71-2.

6. Burton EC, Basha MM. To image or to autopsy? *Ann Inter Med*. 2012;156(2):158-9.

7. Patowary AJ. Virtopsy: the non traumatic autopsy. *NE Quest*. 2012;6(1):26-35.

8. Kaliszan M, Hauser R, Kernbach-Wighton G. Estimation of the time of death based on the assessment of post mortem processes with emphasis on body cooling. *Leg Med (Tokyo)*. 2009;11(3):111-7.

9. Nery Junior N, Nery RMA. Código Civil Comentado. 9ª ed. São Paulo: Revista dos Tribunais; 2012. p.257-8.

10. Hercules HC. *Medicina Legal – texto e atlas*. São Paulo: Atheneu, 2005.

11. Fávero F. *Medicina Legal*. 12ª ed. Belo Horizonte: Villa Rica, 1991.

12. Muñoz DR. Medicina Normativa. Saúde, Ética & Justiça. 1997;1(2):1-5.

13. Faillace S. *Medicina Legal*. 1ª ed. São Paulo: Livraria Ateneu, 1972.

14. Muñoz DR, Gianvecchio V, Miziara I. Especialidades médicas – Medicina Legal e Perícias Médicas. Rev Med (São Paulo). 2012;91(ed.esp.):45-7.

15. Carvalho HV, Meira AR, Almeida M, Salaru NNR, Muñoz DR, Cohen C. *Compêndio de Medicina Legal*. São Paulo: Editora Saraiva; 1987.

16. Pereira CMS. *Instituições de Direito Civil*. 4ª ed. Rio de Janeiro: Forense; 1993. pp.40 e 164.

17. Verbicaro LP. Um estudo sobre as condições facilitadoras da judicialização da política no Brasil. *Rev direito GV.* 2008;4(2):389-406.

18. Dolinak D, Matshes E, Lew EO. *Forensic Pathology: principles and practice*. Burlington: Elsevier, 2005.

19. Di Maio DJ, Di Maio VJ. *Forensic Pathology*. 1st ed. Florida: CRC Press, 1993.

20. Knight B. *Forensic Pathology*. 1st ed. London: Edward Arnold, 1991.

21. França GV. *Medicina Legal*. 7ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.

22. Brasil. Leis etc. Lei n. 10406 de 10 de janeiro de 2002. Institui o Código Civil. *Diário Oficial da União*, Brasília (DF). 2002 11 jan.

23. Brasil. Leis etc. Decreto-lei n. 3689 de 03 de outubro de 1941. Código de Processo Penal. Artigo 158. *Diário Oficial da União*, Rio de Janeiro (RJ). 1941 13 out.

24. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria n. 1405 de 29 de junho de 2006. Institui a Rede Nacional de Serviços de Verificação de Óbito e Esclarecimento da Causa Mortis (SVO). Diário Oficial da União, Brasília (DF). 2006 30 jun.

25. Vanezis P, Trujillo O. Evaluation of hypostasis using a colorimeter measuring system and its application to assessment of the post-mortem interval (time of death). *Forensic Sci Int*. 1996;78(1):19-28.

26. Tsokos M, Byard RW. Putrefactive “rigor mortis”. *Forensic Sci Med Pathol*. 2012;8(2):200-1.

27. Calabuig G. *Medicina legal y toxicologia*. 6ª ed. Barcelona: Masson, 2005.

28. Spitz WU, Fisher RS. *Medicolegal investigation of death: guidelines for the application of pathology to crime investigation*. 3rd ed. Illinois: Charles C. Thomas Publisher; 1993.

29. Al-Alousi LM, Anderson RA, Worster DM, Land DV. Factors influencing the precision of estimating the postmortem interval using the triple-exponential formulae (TEF) Part II. A study of the effect of body temperature at the moment of death on the postmortem brain, liver and rectal cooling in 117 forensic cases. *Forensic Sci Int*. 2002;125(2-3):231-6.

30. Honjyo K, Yonemitsu K, Tsunenari S. Estimation of early postmortem intervals by a multiple regression analysis using rectal temperature and non-temperature based postmortem changes. *J Clin Forensic Med*. 2005;12(5):249-53.

31. den Hartog EA, Lotens WA. Postmortem time estimation using body temperature and a finite-element computer model. *Eur J Appl Physiol*. 2004;92(6):734-7.

32. Nokes LD, Flint T, Jaafar S, Knight BH. The use of either the nose or outer ear as a means of determining the postmortem period of a human corpse. *Forensic Sci Int*. 1992;54(2):153-8.

33. Morgan C, Nokes LD, Williams JH, Knight BH. Estimation of the post mortem period by multiple site temperature measurements and the use of a new algorithm. *Forensic Sci Int*. 1988;39(1):89-95.

34. Henssge C, Althaus L, Bolt J, Freislederer A, Haffner HT, Henssge CA, Hoppe B, Schneider V. Experiences with a compound method for estimating the time since death. I: rectal temperature nomogram for time since death. *Int J Legal Med*. 2000;113(6):303-19.

35. Hubig M, Muggenthaler H, Mall G. Influence of measurement errors on temperature-based death time determination. *Int J Legal Med*. 2011;125(4):503-17.

36. Al-Alousi LM, Anderson RA, Worster DM, Land DV. Multiple-probe thermography for estimating the postmortem interval: I. Continuous monitoring and data analysis of brain, liver, rectal and environmental temperatures in 117 forensic cases. *J Forensic Sci*. 2001a;46(2):317-22.

37. Al-Alousi LM, Anderson RA, Worster DM, Land DV. Multiple-probe thermography for estimating the postmortem interval: II. Practical versions of the triple-exponential formulae (TEF) for estimating the time of death in the field. *J Forensic Sci*. 2001b;46(2):323-7.

38. Green MA, Wright JC. Postmortem interval estimation from body temperature data only. *Forensic Sci Int*. 1985;28(1):35-46.

39. Jackowski C, Thali MJ, Buck U, Aghayev E, Sonnenschein M, Yen K, Dirnhofer R, Vock P. Noninvasive estimation of organ weights by postmortem magnetic resonance imaging and mulstislice computed tomography. *Invest Radiol*. 2006;41(7):572-8.

40. Thali MJ, Yen K, Schweitzer W, Vock P, Boesch C, Ozdoba C, Schroth G, Ith M, Sonnenschein M, Doernhoefer T, Scheurer E, Plattner T, Dirnhofer R. Virtopsy, a new imaging horizon in forensic pathology: virtual autopsy by postmortem multislice computed tomography (MSCT) and magnetic resonance imaging (MRI) – a feasibility study. *J Forensic Sci*. 2003b;48(2):386-403.

41. Sannohe S. Change in the postmortem formation of hypostasis in skin preparations 100 micrometers thick. *Am J Forensic Med Pathol*. 2002;23(4):349-54.

42. Noriko T. Immunohistochemical studies on post-mortem lividity. *Forensic Sci Int*. 1995;72(3):179-89.

43. Bockholdt B, Maxeiner H, Hegenbarth W. Factors and circumstances influencing the development of hemorrhages in livor mortis. *Forensic Sci Int*. 2005;149(2-3):133-7.

44. Takahashi N, Satou C, Higuchi T, Shiotani M, Maeda H, Hirose Y. Quantitative analysis of intracranial hypostasis: comparison of early postmortem and antemortem CT findings. *AJR Am J Roentgenol*. 2010;195(6):W388-93.

45. Levy AD, Harcke HT, Mallak CT. Postmortem imaging: MDCT features of postmortem change and decomposition. *Am J Forensic Med Pathol*. 2010;31(1):12-7.

46. Muñoz JI, Suárez-Peñaranda JM, Otero XL, Rodríguez-Calvo MS, Costas E, Miguéns X, Concheiro L. A new perspective in the estimation of post-mortem interval (PMI) based on vitreous. *J Forensic Sci*. 2001;46(2):209-14.

47. Yadav J, Deshpande A, Arora A, Athawal BK, Dubey BP. Estimation of time since death from CSF electrolyte concentration in Bhopal region of central India. *Leg Med (Tokyo)*. 2007;9(6):309-13.

48. Querido D, Phillips MR. Estimation of postmortem interval temperature-correction of extracellular abdominal impedance during the first 21 days of death. *Forensic Sci Int*. 2001;116(2-3):133-8.

49. Wehner F, Wehner HD, Schieffer MC, Subke J. Delimitation of the time of death by immunohistochemical detection of insulin in pancreatic β-cells. *Forensic Sci Int*. 1999;105(3):161-9.

50. Leth PM. Computerized Tomography used as a routine procedure at postmortem investigations. *Am J Forensic Med Pathol*. 2009;30(3):219-22.

51. Thali MJ, Schweitzer W, Yen K, Vock P, Ozdoba C, Spielvogel E, Dirnhofer R. New horizons in forensic radiology: The 60-second digital autopsy-full body examination of a gunshot victim by multislice computed tomography. *Am J Forensic Med Pathol*. 2003a;24(1):22-7.

52. Christe A, Flach P, Ross S, Spendlove D, Bolliger S, Vock P, Thali MJ. Clinical radiology and postmortem imaging (Virtopsy) are not the same: specific and unspecific postmortem signs. *Leg Med (Tokyo)*. 2010;12(5):215-22.

53. Oesterhelweg L, Ross S, Spendlove D, Schoen CA, Christe A, Thali MJ, Bolliger SA. Virtopsy: fatal stab wounds to the skull – the relevance of ante-mortem and post-mortem radiological data in case reconstructions. *Leg Med (Tokyo)*. 2007;9(6):314-7.

54. Thali MJ, Jackowski C, Oesterhelweg L, Ross SG, Dirnhofer R. VIRTOPSY – the Swiss virtual autopsy approach. *Leg Med (Tokyo)*. 2007;9(2):100-4.

55. Bolliger SA, Thali MJ, Aghayev E, Jackowski C, Vock P, Dirnhofer R, Christe A. Postmortem noninvasive virtual autopsy: extrapleural hemorrhage after blunt thoracic trauma. *Am J Forensic Med Pathol*. 2007;28(1):44-7.

56. Thali MJ, Yen K, Vock P, Ozdoba C, Kneubuehl BP, Sonnenschein M, Dirnhofer R. Image-guided virtual autopsy findings of gnshot victims performed with multi-slice computed tomography (MSCT) and magnetic resonance imaging (MRI) and subsequent correlation between radiology and autopsy findings. *Forensic Sci Int*. 2003d;138(1-3):8-16.

57. Flach PM, Ross SG, Bollinger SA, Preis US, Thali MJ, Spendlove D. Postmortem whole-body computed tomography angiography visualizing vascular rupture in a case of fatal car crash. *Arch Pathol Lab Med*. 2010;134(1):115-9.

58. Thomsen AH, Jurik AG, Uhrenholt L, Vesterby A. An alternative approach to Computerized Tompgraphy (CT) in forensic pathology. *Forensic Sci Int*. 2009;183(1-3):87-90.

59. Yen K, Lövblad KO, Scheurer E, Ozdoba C, Thali MJ, Aghayev E, Jackowski C, Anon J, Frickey N, Zwygart K, Weis J, Dirnhofer R. Post-mortem forensic neuroimaging: correlation of MSCT and MRI findings with autopsy results. *Forensic Sci Int*. 2007;173(1):21-35.

60. Hofer M. *Tomografia computadorizada: manual prático de ensino*. Rio de Janeiro: Revinter, 2003.

61. Schnider J, Thali MJ, Ross S, Oesterhelweg L, Spendlove D, Bolliger SA. Injuries due to sharp trauma detected by post-mortem multislice computed tomography (MSCT): a feasibility study. *Leg Med (Tokyo)*. 2009;11(1):4-9.

62. O´Donnell C, Woodford N. Post-mortem radiology – a new sub-speciality? *Clin Radiol*. 2008;63(1):1189-94.

63. Charlier P, Carlier R, Roffi F, Ezra J, Chaillot PF, Duchat F, Huynh-Charlier I, Lorin de la Grandmasion G. Postmortem abdominal CT: assessing normal cadaveric modifications and pathological processes. *Eur J Radiol*. 2012;81(4):639-47.

64. Shiotani S, Kohno M, Ohashi N, Yamazaki K, Itai Y. Postmortem intravascular high-density fluid level (hypostasis): CT findings. *J Comput Assist Tomogr*. 2002;26(6):892-3.

65. Ishida M, Gonoi W, Hagiwara K, Takazawa Y, Akahane M, Fukayama M, Ohtomo K. Hypostasis in the heart and great vessels of non-traumatic in-hospital death cases on postmortem computed tomography: relationship to antemortem blood tests. *Leg Med (Tokyo)*. 2011; 13(6):280-5.

66. Zerbini T. Estimativa do intervalo *postmortem* por análise de imagens tomográficas das hipóstases viscerais torácicas. [Tese de doutorado]. São Paulo: Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, FMUSP; 2013.