

DETERMINAÇÃO VOLUMÉTRICA DO INFARTO CEREBRAL NA FASE AGUDA USANDO TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE CRÂNIO SEM CONTRASTE

Estudo comparando três métodos

Renzo Gómez-Mariño¹, Charles André², Sérgio A. P. Novis³

RESUMO - A determinação volumétrica do infarto cerebral agudo (IC) tem importantes implicações prognósticas e terapêuticas. Foram estudadas e comparadas três técnicas de determinação do volume do IC agudo (técnica computadorizada, planimetria linear e fórmula A.B.C/2) em 27 doentes usando imagens de TC sem contraste realizadas à internação (primeiras 48 horas de evolução). As aferições foram feitas por dois observadores independentes, sendo determinado o coeficiente de correlação intraclasse (CCI). Os três métodos mostraram alta inter-relação para determinação do volume do IC. A planimetria linear e a fórmula A.B.C/2 exibiram alto grau de correlação com o método computadorizado, com CCIs de 0,94 a 0,95 e 0,835 a 0,90, respectivamente. A planimetria linear e a fórmula referida também apresentaram alta inter-relação, com CCI entre 0,97 e 0,99. O método computadorizado de aferição deve ser recomendado onde disponível. A planimetria linear e a fórmula A.B.C/2 também exibem, entretanto, alta confiabilidade. A fórmula A.B.C/2 pode ser utilizada rotineiramente na determinação volumétrica do IC por ser método de baixo custo, rápida realização, larga aplicabilidade e grande utilidade potencial.

PALAVRAS-CHAVE: infarto cerebral agudo, volume lesional, tomografia computadorizada.

The ABC of cerebral infarct

ABSTRACT - The determination of lesion volumes in acute cerebral Infarction (CI) has important prognostic and therapeutic implications. Three different methods –computerised technique, linear planimetry and the A.B.C/2 formula – were compared in 27 patients using non-contrast computerised tomography (CT) made at hospital admission (first 48 hours following symptom onset). Two independent observers performed the measurements. The Intra-class correlation coefficients (ICCs) were determined. The three methods exhibited high interrelation. There was a close correlation between the linear planimetry as well as the ABC/2 formula and the computerised method with ICCs of 0.94-0.95 and 0.835-0.90 respectively. Linear planimetry and the ABC/2 formula were also highly correlated, with ICCs between 0.97 and 0.99. In conclusion, the computerised method is probably the most accurate. Linear planimetry and the ABC/2 formula are also reliable, however. The A.B.C/2 formula should be applied routinely to CI volume determination based on its low cost and fast calculation.

KEY WORDS: acute cerebral infarction, volumetric determination, computerised tomography.

Em pacientes com infarto cerebral agudo (IC), grandes volumes de lesão associam-se a pior evolução clínica, maior edema cerebral isquêmico, risco aumentado de desenvolvimento de hipertensão intracraniana e herniação cerebral¹. Além disso, trombólise com ativador tissular recombinante de plasmínogênio (r-tPA) tem maior chance de beneficiar pacientes com hipodensidades volumetricamente menores que um terço do território vascular da artéria

cerebral média (ACM); também o risco de transformação hemorrágica após administração de r-tPA é maior quando são detectados volumes maiores de hipodensidade². Da mesma forma que na hemorragia cerebral³, a importância prognóstica e terapêutica da determinação volumétrica do IC agudo está portanto documentada, justificando esforços para sua introdução na rotina neuroradiológica de urgência dos pacientes afetados.

Setor de Estudos em Doenças Cerebrovasculares do Serviço de Neurologia Professor Sérgio Novis de Hospital Universitário Clementino Fraga Filho de Universidade Federal do Rio de Janeiro (HUCFF-UFRJ) Rio de Janeiro RJ, Brasil: ¹Mestre em Neurologia; ²Professor Adjunto de Neurologia; ³Professor Titular de Neurologia.

Recebido 5 Outubro 2000, recebido na forma final 23 Dezembro 2000. Aceito 28 Dezembro 2000.

Dr. Charles André - Serviço de Neurologia - HUCFF-UFRJ - Av. Brigadeiro Trompowsky, s/nº - sala 10E36 - 21941-590 Rio de Janeiro RJ - Brasil. E-mail: andrecmd@unisy.com.br

Não há consenso sobre o método ideal de aferição do volume do IC. Métodos envolvendo a mensuração direta da região de hipodensidade utilizando o próprio computador durante a TC podem ser práticos onde disponíveis. Este não é o caso, entretanto, na maioria dos hospitais do país. Estudamos três técnicas de determinação do volume de hipodensidade em pacientes investigados nas primeiras 48 horas após o início dos sintomas. O objetivo principal foi determinar a confiabilidade de um método simples – $A.B.C/2$ – previamente aplicado ao estudo de hemorragias cerebrais^{3,4}, nas lesões do IC, tipicamente mais irregulares.

MÉTODOS

Foram estudados 27 doentes com IC agudo. Todos tinham lesão hipodensa visível à TC feita nas primeiras 48 horas após o início dos sintomas. O objeto do presente estudo é analisar a hipodensidade observada nesta TC, feita no momento da hospitalização. Foram comparados três métodos de avaliação do volume da hipodensidade: 1) Técnica computadorizada utilizando o Adobe Photoshop LE 3.1, software para análise de imagens digitalizadas (5) - é considerada no presente estudo como o padrão ouro de aferição; 2) Planimetria linear com auxílio de uma folha de papel milimetrado, com quantificação pormenorizada das áreas com lesão¹; 3) Fórmula $A.B.C/2$ para determinação volumétrica de elipsóides, com os mesmos princípios metodológicos aplicados para a quantificação volumétrica da hemorragia cerebral^{3,5}.

Todas as imagens tomográficas foram analisadas independentemente por dois neurologistas clínicos com experiência no estudo de TC na fase aguda do IC (RGM e CA). Os resultados volumétricos de cada técnica foram comparados entre os dois observadores.

Todas as técnicas de determinação volumétrica utilizam o princípio de Cavalieri⁶: *O volume de qualquer objeto pode ser estimado a partir de um conjunto de fatias paralelas de duas dimensões através do objeto, demonstrando que elas são separadas por uma distância conhecida, localizadas em qualquer topografia dentro do objeto.*

Foram as seguintes as etapas para cálculo do volume através da fórmula simplificada para elipsóides – $A.B.C/2$ ⁴:

1. Em quarto escuro, as lesões em cada filme tomográfico foram desenhadas com a ajuda de negatoscópio em folha transparente. As lesões analisadas correspondiam a áreas agudamente afetadas. Estas áreas foram determinadas levando em conta as manifestações clínicas (folha de dados clínicos anexa a cada filme tomográfico) e informações neuroradiológicas relevantes (como efeito de massa e captação de contraste). Os valores (expressos em centímetros exceto em lesões muito pequenas) foram sempre corrigidos utilizando a escala tomográfica que correlaciona as imagens obtidas com suas dimensões reais.

2. No desenho com maior área, o maior diâmetro foi denominado A. O maior diâmetro perpendicular a A foi nomeado B.

3. O valor de C corresponde à soma das espessuras dos cortes onde aparecia a lesão. A espessura de cada corte (geralmente 4 ou 8 mm) era multiplicada por um fator (1; 0,5; ou 0), seguindo o seguinte algoritmo: (a) a área de cada corte com lesão foi comparada à do corte de maiores dimensões, $A \times B$; (b) cortes com área inferior a 25% de $A \times B$ não foram considerados (valor multiplicado por 0); (c) corte com área entre 25 % e 75% de $A \times B$ – valor da espessura multiplicado por 0,5; (d) corte com área acima de 75% de $A \times B$ – valor multiplicado por 1;

4. Cálculo matemático de $A.B.C/2$, para obter o volume total da lesão.

A análise estatística indicada para situações em que os dados obtidos são variáveis quantitativas é a análise de variância (ANOVA)⁷. Foram utilizados os mesmos princípios metodológicos descritos em 1993 por Broderick³ e em 1996 por Kothari⁴, com determinação do Coeficiente de Correlação Intraclasse (CCI) entre os três métodos estudados. O CCI, obtido através da análise de variância (fórmula de predição de Spearman-Brown), leva em conta a possibilidade do número de cortes com lesão em cada tomografia ser diferente para cada um dos observadores. Os valores possíveis do CCI situam-se entre os limites -1,0 e +1,0. CCI de +1,0 indica correlação completa (dados idênticos); -1,0 indica correlação contrária; CCI=0 indica ausência de correlação.

Para melhor estudar a confiabilidade da fórmula $ABC/2$ calculada por diferentes observadores, os desenhos de cada observador serviram de base para cálculo do volume de lesão feito por ambos, independentemente.

RESULTADOS

Os resultados dos três métodos exibiram correlação estreita. O CCI esteve sempre entre 0,83 e 0,99, como se atesta na Tabela 1.

1) O método computadorizado teve um CCI entre 0,83 e 0,94 com a fórmula $ABC/2$ nos desenhos do observador 1 aplicada pelo observador 2 e com a planimetria linear respectivamente (Fig 1).

2) A planimetria linear teve CCI entre 0,89 e 0,97 (entre os dois observadores e comparada com a fórmula $ABC/2$, respectivamente).

3) A fórmula $ABC/2$ apresentou os seguintes CCIs:

(a) Os maiores valores, de 0,95 a 0,99, quando foram comparadas as observações dos dois observadores (0,97 - Fig 2a) ou quando foram comparados os cálculos feitos por um dos observadores utilizando os desenhos feitos pelo outro (0,95 a 0,99 - Fig 2b).

(b) Os valores menores, de 0,88 a 0,90, quando comparado este método com o método computadorizado.

(c) Valores variando de 0,94 e 0,96, nas comparações com a planimetria linear.

Tabela 1. Resultados de Coeficientes de Correlação Intraclasse (CCI) para os diferentes métodos de determinação volumétrica*.

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
A2	0,90						
A3	0,88	0,9776					
A4	0,937	0,9635	0,938				
A5	0,9494	0,9488	0,9528	0,9729			
A6	0,8736	0,9765	0,9961	0,9215	0,9404		
A7	0,835	0,9773	0,9562	0,9306	0,8955	0,9548	

*Valores maior e menor dos CCI em negrito. A1 - método computadorizado; A2 - fórmula ABC/2 do observador 1; A3 - Fórmula ABC/2 do observador 2; A4 - Planimetria Linear do observador 1; A5 - planimetria Linear do observador 2; A6 - fórmula ABC/2 nos desenhos do observador 2, aplicada pelo observador 1; A7 - fórmula ABC/2 nos desenhos do observador 1, aplicada pelo observador 2.

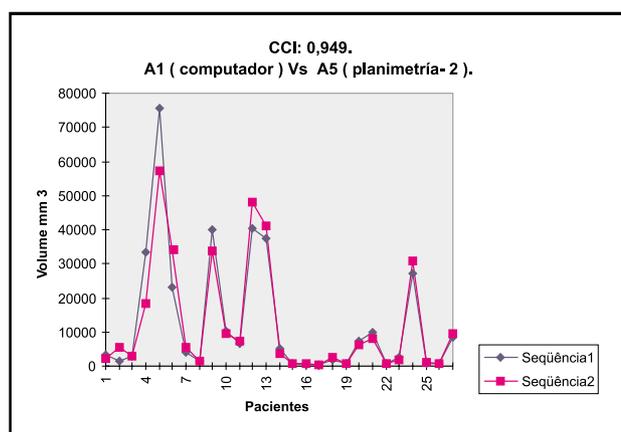


Fig 1. Maior coeficiente de correlação (CCI) do método computadorizado.

DISCUSSÃO

A TC de crânio é essencial nos atuais esquemas de tratamento do IC agudo, para indicação do uso de terapia trombolítica. Permite descartar a presença de hemorragia cerebral e excluir outras patologias que podem mimetizar o AVC⁸. A TC de crânio sem contraste pode ainda demonstrar anormalidades relativamente sutis na região supratentorial sugestivas de IC nas primeiras 6 horas de evolução, como apagamento de sulcos, atenuação de densidade cortical e subcortical, sinais de infarto precoce extenso que associam-se a maior risco de transformação hemorrágica após tratamento trombolítico^{9,10}. Hipodensidade na topografia da ACM superior a 33 % está relacionada a aumento significativo da possibilidade da transformação hemorrágica¹¹.

Hipodensidade à TC representa uma combinação de edema cerebral e (evolutivamente) necrose celular. Nas fases mais precoces do IC, a hipodensidade por edema prenuncia o desenvolvimento de infarto definitivo em praticamente todos os casos, mesmo

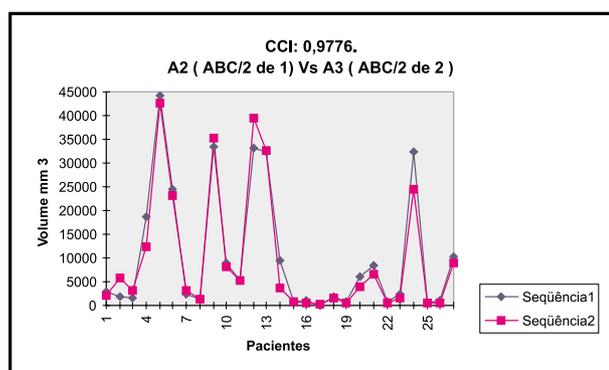


Fig 2a. Coeficientes de correlação (CCI) da Fórmula A.B.C/2: fórmulas A.B.C/2 calculadas pelos observadores 1 e 2.

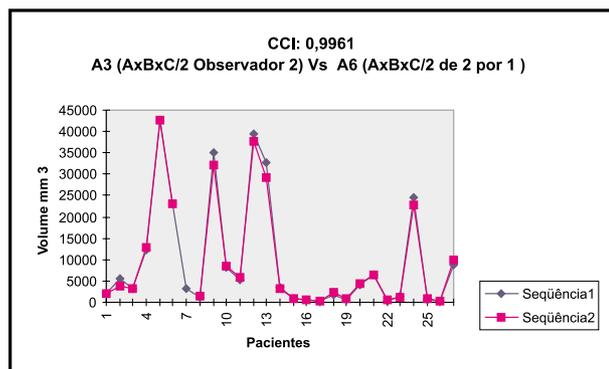


Fig 2b. Coeficientes de correlação (CCI) da Fórmula A.B.C/2: fórmula A.B.C/2 feita pelos dois observadores utilizando dados obtidos pelo Observador 2 (A3 e A6).

em pacientes que recebem trombolítico¹². Apesar do volume de hipodensidade poder subestimar a extensão da área criticamente hipoperfundida, quanto mais precoce o achado de hipodensidade maior a probabilidade de grave hipoperfusão e surgimento posterior de IC de grande extensão¹³. Por exemplo, hipodensidade precoce (primeiras três horas) nos núcleos de base indica oclusão de tronco da artéria cerebral média.

O objetivo do presente estudo é avaliar criticamente três técnicas de determinação do volume de hipodensidade. Todas as técnicas avaliadas mostraram-se confiáveis, com altos graus de inter-relação.

O presente estudo confirmou a grande aplicabilidade da fórmula ABC/2 na determinação volumétrica do IC em TCs feitas nas primeiras 48 horas de evolução. A fórmula ABC/2 demonstrou ser método confiável (alta correlação inter-observadores), de fácil execução, baixo custo, curto tempo de aferição e alta correlação com os outros métodos. Esta fórmula simplificada, concebida para a determinação volumétrica de figuras elipsóides como na hemorragia cerebral intraparenquimatosa^{3,4}, pode portanto também ser utilizada rotineiramente na quantificação de lesões irregulares como as tipicamente encontradas no IC.

As principais limitações do método computadorizado são a não disponibilidade rotineira dos software para análise de imagem nos aparelhos de TC existentes na maioria dos hospitais brasileiros e o tempo considerável para aferição em tomógrafos sob constante demanda em serviços atarefados. A planimetria¹ comprovou também ser confiável, porém o grande tempo necessário para aferição, mesmo de pequenas lesões, limita muito ou mesmo inviabiliza sua aplicação rotineira.

A principal limitação do presente estudo é o número reduzido de doentes analisados, o que impede obviamente conclusões definitivas. Séries adicionais deverão testar seus achados. Considerando a raridade de exames muito precoces (em menos de 6 horas, por exemplo) na presente série, pouco podemos falar sobre a frequência ou características de hipodensidades nesta fase hiperaguda do IC. A ausência de estudo angiográfico rotineiro nestes pacientes também impede especulações sobre correlações entre volume e características das imagens hipodensas e mecanismos de oclusão vascular (embolia versus aterotrombose, por exemplo).

Algumas lições práticas também podem ser obtidas do presente estudo. Assim, pouco se ganha

em analisar pequenas lesões lacunares, presentes em apenas um corte tomográfico. Além disso, o desenho das imagens hipodensas para a aplicação adequada da planimetria linear e da fórmula ABC/2 é facilitado pelo uso de uma folha transparente, idealmente milimetrada.

Em resumo, foi demonstrado que a fórmula ABC/2 pode ser aplicada rotineiramente na quantificação do volume do IC agudo, à semelhança do que ocorre na quantificação volumétrica da lesão hemorrágica. Novos estudos com número maior de casos são necessários para confirmar estes achados.

Agradecimentos - Os autores desejam expressar sua gratidão pelo auxílio prestado pelo Dr. Jorge Moll Neto, ex-residente do Serviço de Neurologia Professor Sérgio Novis, do HUCFF-UFRJ, atualmente no Serviço de Neuroimagem do Hospital Barra D'or, na digitalização e avaliação das imagens tomográficas deste estudo.

REFERÊNCIAS

1. André C, Pinheiro R. The correlation of CT findings and in-hospital mortality after cerebral infarction. *Arq Neuropsiquiatr* 1995;53:395-402.
2. von Kummer R, Allen KL, Holle R, et al. Acute stroke: Usefulness of early CT findings before thrombolytic therapy. *Radiology* 1997;205:327-333.
3. Broderick JP, Brott TG. Volume of intracerebral hemorrhage. A powerful and easy-to-use predictor of 30-day mortality. *Stroke* 1993;24:987-993.
4. Kothari RU, Brott T, Broderick JP. The ABCs of measuring intracerebral hemorrhage volumes. *Stroke* 1996;27:1304-1305.
5. Adobe Photoshop LE. User Guide. Charleston, Adobe Systems Incorporated. 1995:140 pp.
6. Clatterbuck RE, Sapos EP. The efficient calculation of neurosurgically relevant volumes from computed tomographic scans using Cavalieri's direct estimator. *Neurosurgery* 1997;40:339-343.
7. Bartko J, Carpenter W. On the methods and theory of reliability. *J Nerv Ment Dis* 1976;163:307-317.
8. Kalufl M, Satrkman S, Saber J, et al. Early infarct and hemorrhage CT interpretation by emergency physicians: Implications for thrombolysis in stroke therapy (Abstr). *Stroke* 1997;28:270.
9. von Kummer R, Nolte PN, Thron A, Ringelstein EB. Detectability of hemispheric infarction by computed tomography within 6 hours after stroke. *Neuroradiology* 1996;38:31-33.
10. Tomsick TA. Sensibility and prognostic value of early CT in occlusion of the middle cerebral artery. *AJNR Am J Neuroradiol* 1994;15:16-18.
11. The European Cooperative Acute Stroke Study (ECASS): Intravenous thrombolysis with recombinant tissue plasminogen activator for acute hemispheric stroke. *JAMA* 1995;274:1017-1025.
12. von Kummer R, Bourquain H, Manelfe C, Bastianello S, Bozzao L, Meier D. Predictive value of early CT in acute ischemic stroke (Abstr). *Stroke* 1999;30:250.
13. Grond M, von Kummer R, Sobesky J, et al. Early X-ray hypoattenuation of brain parenchyma indicates extended critical hypoperfusion in acute stroke. *Stroke* 2000;31:133-139.