

Revisão do consenso sobre oclusões totais crónicas publicado pelo grupo *EuroCTO* em Janeiro de 2019.

Fátima Saraiva
Serviço de Cardiologia do Centro Hospitalar de Leiria

Title: Percutaneous Recanalization of Chronic Total Occlusions: 2019 Consensus Document from the EuroCTO Club.

Authors: Alfredo R Galassi, M.D; Gerald S Werner, M.D, PhD; Marouane Boukhris, M.D; Lorenzo Azzalini, M.D, PhD, MSc; Kambis Mashayekhi, M.D; Mauro Carlino, M.D; Alexandre Avran, M.D; Nikolaos V Konstantinidis, M.D, MSc; Luca Grancini, M.D; Leszek Bryniarski, M.D, PhD; Roberto Garbo, M.D; Nenad Bozinovic, M.D; Antony H Gershlick, M.D; Sudhir Rathore, M.D; Carlo Di Mario, M.D, PhD; Yves Louvard, M.D; Nicolaus Reifart, M.D, PhD; Georgios Sianos, M.D, PhD.

O grupo *EuroCTO*, fundado em 2006, elaborou recentemente um consenso, publicado na *EuroIntervention* em Janeiro deste ano, *upgrade* ao documento prévio de 2012, onde foram reunidas as últimas recomendações relativamente às indicações clínicas, técnicas de abordagem, material disponível e qualificações requeridas pelos operadores e centros para o tratamento de oclusões totais crónicas (CTO).

CTO significa estenose de 100% com fluxo TIMI 0 há mais de 3 meses [1,2]. A prevalência destas lesões é de 15 a 25% em indivíduos submetidos a angiografia coronária [3,7], sendo a coronária direita a artéria afetada em cerca de metade dos casos [5]. Em mais de 90% dos casos de CTO existem colaterais [5], cujo estudo detalhado deve ser preconizado, pois o mesmo é determinante da abordagem terapêutica.

O tratamento das CTO acarreta custos não desprezíveis e associa-se a uma maior taxa de complicações que procedimentos não envolvendo CTO. Assim sendo, a sua abordagem é recomendada apenas nos casos em que seja expectável obter um alívio sintomático considerável e/ou uma redução da área de isquémia e melhoria da função ventricular significativas.

Este consenso recomenda que todos os indivíduos candidatos ao tratamento de uma CTO tenham uma avaliação ecocardiográfica basal. Nos casos em que o território irrigado pelo vaso ocluído apresente cinética segmentar normal ou hipocinésia, deve ser presumida viabilidade e tratados os indivíduos que se encontrem sintomáticos, apesar de tratamento médico otimizado. Se o mesmo território se encontrar acinético ou discinético, o grupo recomenda a documentação de viabilidade, através da realização de teste não invasivo.

Nos assintomáticos, é necessária a documentação de isquémia e recomendada a revascularização se a extensão da mesma atingir mais de 10% da massa ventricular esquerda [8,16].

As *guidelines* atuais recomendam (classe IIa B) que a revascularização de uma CTO seja preconizada em indivíduos com angina refratária ao tratamento médico ou com uma área de isquémia significativa no território dependente da artéria ocluída [17].

Apesar do benefício associado ao tratamento das CTO, comprovado em estudos comparativos não randomizados [18-20], em termos de alívio sintomático, melhoria da qualidade de vida e da função ventricular esquerda, o seu impacto prognóstico, traduzido numa melhoria da sobrevivência, não foi ainda demonstrado [19-21]. Este último facto, tem sido provavelmente o motivo pelo qual o tratamento destes doentes não se tenha ainda tornado massivo.

Planificação do tratamento de uma CTO

A angioplastia de uma CTO deve ser meticolosamente preparada.

Apesar da indicação para o tratamento de uma CTO ser clínica, o grupo recomenda a adoção de *scores* com capacidade para prever o grau de dificuldade inerente ao procedimento e assim prever a taxa de sucesso de recanalização. O J-CTO (*multicentre CTO registry in Japan*) é o *score* mais frequentemente utilizado [22] e inclui 5 preditores de insucesso: tentativa prévia de recanalização não sucedida; presença de calcificação grave; angulação superior a 45° com a porção distal da oclusão; forma não cónica da porção proximal da oclusão e extensão superior a 20mm. A cada um dos parâmetros é atribuído um ponto, sendo consideradas as mais complexas, as CTO que apresentem um J-CTO *score* ≥ 3 . Operadores menos experientes deveriam começar por casos com J-CTO *score* mais baixo (0 ou 1) [23].

A utilização da tomografia computadorizada multicortes tem o seu lugar na abordagem das CTO, tendo a vantagem de, face à angiografia, permitir uma mais adequada avaliação da extensão da oclusão, da presença de cálcio e do diâmetro real do vaso. Durante o procedimento pode ser útil, ao permitir uma adequada visualização da progressão do fio guia, mas a sua disponibilidade, neste âmbito, é limitada.

A interrupção do procedimento deve ser preconizada quando a sua duração exceda as 3h, o volume de contraste ultrapasse 4X o valor recomendado, com base na taxa de filtração glomerular, e quando a dose de radiação seja superior a 5Gy, a não ser que a recanalização tenha sido conseguida.

A decisão de proceder a uma nova tentativa de recanalização deve ser individualizada e baseada na gravidade dos sintomas, probabilidade de sucesso, risco de complicações e na vontade do doente.

Materiais

Guias

A enorme inovação tecnológica verificada na última década, neste âmbito, associou-se a um aumento da taxa de sucesso de recanalização das CTO.

Guias “*soft*” <1gr são recomendadas na abordagem de oclusões não calcificadas, enquanto que as “*stiff*” >9gr devem ser reservadas para as CTO gravemente calcificadas. As *Miracle* e *Confianza* são exemplo de guias “*stiff*”, outrora muito utilizadas, mas que apresentam flexibilidade e dirigibilidade reduzidas em anatomias tortuosas.

Para ultrapassar essas limitações, foram aperfeiçoadas as propriedades do *core*, com o aparecimento das guias *Sion* da *Asahi* e *upgrade* das guias *Fielder* para *Fielder XTA* e *XTR*.

Este consenso recomenda para o tratamento da maioria das CTO, o uso de guias com um “*core*” composto, ponta cónica, revestimento polimérico e hidrofílico e com peso da ponta intermédio (2-6gr) (Ex: guias GAIA, *Asahi*).

A figura nº1 representa o curso evolutivo da composição e propriedades das guias usadas no tratamento de CTO ao longo das últimas duas décadas.

Microcateteres

Este consenso recomenda o uso rotineiro de microcateteres, pois estes asseguram um aumento da capacidade de penetração e da resposta ao “*torque*” da ponta do fio guia, reduzem o prolapso e “*kinking*” do fio e asseguram a preservação da posição distal, sempre que há necessidade de trocar de guia ou modificar a ponta da mesma. São preferíveis aos balões “*over the wire*”, pois são mais flexíveis e têm melhor perfil para cruzar a oclusão.

Técnicas de Recanalização

A utilização de dois acessos arteriais é recomendada por rotina, já que as injeções duplas asseguram uma melhor compreensão da complexidade e anatomia da CTO e uma mais fácil localização da ponta do fio do guia, conferindo uma maior segurança ao procedimento. A utilização de uma única via de acesso é aceitável nos casos em que não

haja colaterais ou o preenchimento do vaso distal seja realizado apenas por homocolaterais.

O grupo recomenda, de forma mandatária, a escolha de um cateter guia que assegure um bom suporte e com lúmen interno suficiente para permitir a passagem de material diverso em simultâneo. A maioria dos operadores utiliza cateteres 7F para a recanalização e 5 ou 6F para a injeção contralateral. Cateteres extra “*backup*” – EBU são os mais utilizados para as CTO da coronária esquerda. Por vezes, cateteres *Amplatz* esquerdos podem ser úteis para o tratamento da circunflexa. *Judkings* direitos e *Amplatz* esquerdos são usados na abordagem da maioria das CTO da coronária direita.

O anticoagulante recomendado durante o procedimento é a heparina não fracionada, com a administração de um bólus inicial de 100UI/Kg. A necessidade de reforços posteriores deve ser baseada na medição do “*activated clotting time*” - ACT, a cada 30min, que deverá ser mantido > 250-300s.

Abordagem Anterógrada

A via anterógrada, particularmente, a escalada anterógrada de fios é a abordagem utilizada em cerca de $\frac{3}{4}$ dos casos de CTO [24,25], e aconselhada quando a extensão da oclusão for <20mm, a “*landing zone*” distal for adequada e o *cap* proximal não for ambíguo. A abordagem anterógrada por dissecação/reentrada é aconselhada nos casos em que a extensão da oclusão for >20mm, a “*landing zone*” distal for adequada e o *cap* proximal for ambíguo. Embora a primeira via de abordagem não tenha demonstrado superioridade prognóstica, a verdade é que a abordagem anterógrada por dissecação/reentrada se associa mais frequentemente à ocorrência lesão endovascular, perfurações, oclusão de colaterais e enfarte periprocedimento [26-28].

Como escolha inicial, a maioria dos operadores prefere guias facilmente manipuláveis, com uma resposta ao torque 1:1 (por exemplo, *Gaia* ou *Fielder XT-R – Asahi Intecc; Fighter - Boston Scientific*).

Abordagem Retrógrada

A abordagem retrógrada é recomendada nos casos em que existam colaterais passíveis de intervenção, uma “*landing zone*” difusamente doente, um *cap* proximal ambíguo ou quando existir uma bifurcação a nível do *cap* distal.

Relativamente aos colaterais, os canais septais são os preferidos, uma vez que o risco de perfuração é claramente inferior comparativamente aos canais epicárdicos, estando os

primeiros, felizmente, presentes na maioria das CTO da coronária direita e da descendente anterior (72% e 52%, respectivamente) [29].

Embora a abordagem retrógrada “*true-to-true*” lúmen seja recomendada nos casos de CTO curtas e não calcificadas, na maioria dos casos é hoje utilizada a abordagem “*reverse controlled antegrade and retrograde subintimal tracking – reverse CART*”.

A abordagem híbrida permite o “*switch*” rápido de uma abordagem para outra, assegurando uma maior taxa de eficácia e segurança ao procedimento.

Imagem Intravascular

IVUS

A utilização da ecografia intracoronária tem um benefício prognóstico comprovado no tratamento de CTO [30,31].

Na abordagem anterógrada, ao progredirmos a sonda por um ramo colateral, podemos adequadamente estudar a composição e localização do *cap* proximal da oclusão, bem como acompanhar a progressão do fio guia nas suas múltiplas tentativas em perfurar esse mesmo *cap*. Nas técnicas de reentrada subintimal, nos casos de insucesso, a sonda pode ser progredida sobre a guia localizada no espaço subintimal, permitindo definir a direção correta que uma outra guia mais “*stiff*” tenha de adquirir, de forma a conseguir o retorno ao verdadeiro lúmen.

Na abordagem retrógrada, esta técnica de imagem é utilizada sobretudo quando existem lesões ostiais e bifurcações. A sonda é colocada por via anterógrada e permite o acompanhamento permanente da progressão do fio guia por via retrógrada. O IVUS é igualmente fundamental quando utilizada a abordagem *reverse CART*.

OCT

Apesar das potenciais informações que esta técnica de imagem possa fornecer, a sua utilização rotineira não é recomendada no tratamento de CTO pelo volume adicional de contraste que comporta e pelo risco de progressão de dissecção que acarreta nas abordagens de reentrada.

Stents

Stents com fármaco são os recomendados no tratamento de CTO, uma vez que associam menor taxa de eventos cardíacos *major* e de reestenose comparativamente aos *stents* sem fármaco [32]. Plataformas bioreabsorvíveis não são recomendadas para uso clínico.

Outcomes / Complicações

A taxa de sucesso do tratamento de CTO é altamente dependente da experiência do operador. Segundo registos do grupo *EuroCTO*, operadores que contabilizam mais de 300 CTO, com pelo menos 50 casos anuais, atingem uma taxa de sucesso superior a 85% [25]. A taxa global de complicações *major* ronda os 2%, sendo no momento atual idêntica à associada ao tratamento de vasos não ocluídos [33]. Enfartes peri-procedimento são mais comuns quando a via retrógrada é utilizada, têm uma prevalência de 5-10% e associam-se a um pior prognóstico [34]. Dissecções aortocoronárias e perfurações são mais raras, <1% e 3-5% [25, 35], respetivamente, e exigem uma pronta atuação do operador.

Radiação e Contraste

Este consenso defende que os casos de lesões cutâneas induzidas pela radiação e de nefropatia de contraste se encontram claramente subreportados. Sabe-se, no entanto, que a dose média de radiação associada ao tratamento de uma CTO é de 3-6Gy, 2 a 4X superior à de procedimentos não envolvendo CTO [36] e que o volume de contraste médio é de 350ml, 150-200mL superior ao habitual [37].

O grupo recomenda a utilização de doses baixas de radiação (*7.5frames* por seg.) e a profilaxia da nefropatia de contraste através da hidratação com solução salina isotónica um dia antes e 12h após o procedimento.

Dupla Antiagregação

A duração ideal da manutenção da dupla antiagregação plaquetar em doentes submetidos a tratamento percutâneo de uma CTO permanece mal definida, não havendo evidência clara de que o prolongamento da mesma para além dos 12 meses seja benéfico. Assim, o grupo propõe que a duração da dupla antiagregação seja definida com base no risco isquémico e hemorrágico individual [38].

Bibliografia

1. Di Mario C, Werner GS, Sianos G, Galassi AR, Buttner J, Dudek D, Chevalier B, Lefevre T, Schofer J, Koolen J, Sievert H, Reimers B, Fajadet J, Colombo A, Gershlick A, Serruys PW, Reifart N. European perspective in the recanalisation of Chronic Total Occlusions (CTO): consensus document from the EuroCTO Club. *EuroIntervention*. 2007;3:30-43.
2. Sianos G, Werner GS, Galassi AR, Papafaklis MI, Escaned J, Hildick-Smith D, Christiansen EH, Gershlick A, Carlino M, Karlas A, Konstantinidis NV, Tomasello SD, Di Mario C, Reifart N; EuroCTO Club. Recanalisation of chronic total coronary occlusions: 2012 consensus document from the EuroCTO club. *EuroIntervention*. 2012;8(1):139-45.
3. Ramunddal T, Hoebbers LP, Henriques JP, Dworeck C, Angeras O, Odenstedt J, Ioanes D, Olivecrona G, Harnek J, Jensen U, Aasa M, Jussila R, James S, Lagerqvist B, Matejka G, Albertsson P, Omerovic E. Chronic total occlusions in Sweden--a report from the Swedish Coronary Angiography and Angioplasty Registry (SCAAR). *PLoS One*. 2014;9(8):e103850.
4. Tomasello SD, Boukhris M, Giubilato S, Marza F, Garbo R, Contegiacomo G, Marzocchi A, Niccoli G, Gagnor A, Varbella F, Desideri A, Rubartelli P, Cioppa A, Baralis G, Galassi AR. Management strategies in patients affected by chronic total occlusions: results from the Italian Registry of Chronic Total Occlusions. *Eur Heart J*. 2015;36(45):3189-98.
5. Azzalini L, Jolicoeur EM, Pighi M, Millan X, Picard F, Tadros VX, Fortier A, L'Allier PL, Ly HQ. Epidemiology, Management Strategies, and Outcomes of Patients With Chronic Total Coronary Occlusion. *Am J Cardiol*. 2016;118(8):1128-35.
6. Jeroudi OM, Alomar ME, Michael TT, El Sabbagh A, Patel VG, Mogabgab O, Fuh E, Sherbet D, Lo N, Roesle M, Rangan BV, Abdullah SM, Hastings JL, Grodin J, Banerjee S, Brilakis ES. Prevalence and management of coronary chronic total occlusions in a tertiary Veterans Affairs hospital. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2014;84(4):637-43.
7. Fefer P, Knudtson ML, Cheema AN, Galbraith PD, Osherov AB, Yalonetsky S, Gannot S, Samuel M, Weisbrod M, Bierstone D, Sparkes JD, Wright GA, Strauss BH. Current perspectives on coronary chronic total occlusions: the Canadian Multicenter Chronic Total Occlusions Registry. *J Am Coll Cardiol*. 2012;59(11):991-7.
8. Safley DM, Koshy S, Grantham JA, Bybee KA, House JA, Kennedy KF, Rutherford BD. Changes in myocardial ischemic burden following percutaneous coronary intervention of chronic total occlusions. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2011;78:337-43.
9. Rossello X, Pujadas S, Serra A, Bajo E, Carreras F, Barros A, Cinca J, Pons-Llado G, Vaquerizo B. Assessment of inducible myocardial ischemia, quality of life, and functional status after successful percutaneous revascularization in patients with chronic total coronary occlusion. *Am J Cardiol*. 2015;117:720-6.
10. Safley DM, Grantham JA, Hatch J, Jones PG, Spertus JA. Quality of life benefits of percutaneous coronary intervention for chronic occlusions. *Catheter Cardiovasc Interv* 2014;84:629-634.
11. Azzalini L, Torregrossa G, Puskas JD, Brilakis ES, Lombardi WL, Karpaliotis D, Nakamura S, Colombo A, Carlino M. Percutaneous revascularization of chronic total occlusions: rationale, indications, techniques, and the cardiac surgeon's point of view. *Int J Cardiol*. 2017;231:90-6.
12. Farooq V, Serruys PW, Garcia-Garcia HM, Zhang Y, Bourantas CV, Holmes DR, Mack M, Feldman T, Morice M, Stahle E, James S, Colombo A, Diletti R, Kappetein A, Sianos G, Boersma E. The negative impact of incomplete angiographic revascularization on clinical outcomes and its association with total

occlusions: the SYNTAX (Synergy Between Percutaneous Coronary Intervention with Taxus and Cardiac Surgery) trial. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2013;61:282–94.

13. Azzalini L, Candilio L, Ojeda S, Dens J, La Manna A, Benincasa S, Bellini B, Hidalgo F, Chavarria J, Maeremans J, Gravina G, Micciche E, D'Agosta G, Venuti G, Tamburino C, Pan M, Carlino M, Colombo A. Impact of Incomplete Revascularization on Long-Term Outcomes Following Chronic Total Occlusion Percutaneous Coronary Intervention. *Am J Cardiol.* 2018;121(10):1138-1148.

14. Nombela-Franco L, Iannaccone M, Anguera I, Amat-Santos IJ, Sanchez-Garcia M, Bautista D, Calvelo MN, Di Marco A, Moretti C, Pozzi R, Scaglione M, Canadas V, Sandin-Fuentes M, Arenal A, Bagur R, Perez-Castellano N, Fernandez-Perez C, Gaita F, Macaya C, Escaned J, Fernandez-Lozano I. Impact of chronic total coronary occlusion on recurrence of ventricular arrhythmias in ischemic secondary prevention implantable cardioverter-defibrillator recipients (VACTO secondary study): insights from coronary angiogram and electrogram analysis. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2017;10:879–88.

15. Canty JM, Suzuki G, Banas MD, Verheyen F, Borgers M, Fallavollita JA. Hibernating myocardium: chronically adapted to ischemia but vulnerable to sudden death. *Circ. Res.* 2004;94:1142–9.

16. Galassi AR, Brilakis ES, Boukhris M, Tomasello SD, Sianos G, Karpaliotis D, Mario CD, Strauss BH, Rinfret S, Yamane M, Katoh O, Werner GS, Reifart N. Appropriateness of percutaneous revascularization of coronary chronic total occlusions: an overview. *Eur. Heart J.* 2016;37:2692–700.

17. Neumann FJ, Sousa-Uva M, Ahlsson A, Alfonso F, Banning AP, Benedetto U, Byrne RA, Collet JP, Falk V, Head SJ, Juni P, Kastrati A, Koller A, Kristensen SD, Niebauer J, Richter DJ, Seferovic PM, Sibbing D, Stefanini GG, Windecker S, Yadav R, Zembala MO; ESC Scientific Document Group . 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *Eur Heart J.* 2018.

18. Jang WJ, Yang JH, Choi SH, Song YB, Hahn JY, Choi JH, Kim WS, Lee YT, Gwon HC. Long-term survival benefit of revascularization compared with medical therapy in patients with coronary chronic total occlusion and well-developed collateral circulation. *JACC Cardiovasc Interv.* 2015;8(2):271-279.

19. Christakopoulos GE, Christopoulos G, Carlino M, Jeroudi OM, Roesle M, Rangan BV, Abdullah S, Grodin J, Kumbhani DJ, Vo M, Luna M, Alaswad K, Karpaliotis D, Rinfret S, Garcia S, Banerjee S, Brilakis ES. Meta-analysis of clinical outcomes of patients who underwent percutaneous coronary interventions for chronic total occlusions. *Am J Cardiol* 2015;115(10):1367-75.

20. Joyal D, Afilalo J, Rinfret S. Effectiveness of recanalization of chronic total occlusions: a systematic review and meta-analysis. *Am Heart J.* 2010;160(1):179-87.

21. Lee PH, Lee SW, Park HS, Kang SH, Bae BJ, Chang M, Roh JH, Yoon SH, Ahn JM, Park DW, Kang SJ, Kim YH, Lee CW, Park SW, Park SJ. Successful Recanalization of Native Coronary Chronic Total Occlusion Is Not Associated With Improved Long-Term Survival. *JACC Cardiovasc Interv.* 2016;9(6):530.

22. Morino Y, Abe M, Morimoto T, Kimura T, Hayashi Y, Muramatsu T, Ochiai M, Noguchi Y, Kato K, Shibata Y, Hiasa Y, Doi O, Yamashita T, Hinohara T, Tanaka H, Mitsudo K; J-CTO Registry Investigators. Predicting successful guidewire crossing through chronic total occlusion of native coronary lesions within 30 minutes: the J-CTO (Multicenter CTO Registry in Japan) score as a difficulty grading and time assessment tool. *JACC Cardiovasc Interv.* 2011;4(2):213-21.

23. Harding SA, Wu EB, Lo S, Lim ST, Ge L, Chen JY, Quan J, Lee SW, Kao HL, Tsuchikane E. A New Algorithm for Crossing Chronic Total Occlusions From the Asia Pacific Chronic Total Occlusion Club. *JACC Cardiovasc Interv.* 2017;10(21):2135-2143.

24. Maeremans J, Walsh S, Knaapen P, Spratt JC, Avran A, Hanratty CG, Faurie B, Agostoni P, Bressollette E, Kayaert P, Bagnall AJ, Egred M, Smith D, Chase A, McEntegart MB, Smith WH, Harcombe A, Kelly P, Irving J, Smith EJ, Strange JW, Dens J. The Hybrid Algorithm for Treating Chronic Total Occlusions in Europe: The RECHARGE Registry. *J Am Coll Cardiol* 2016;68(18):1958-70.
25. Galassi AR, Tomasello SD, Reifart N, Werner GS, Sianos G, Bonnier H, Sievert H, Ehlrad S, Bufe A, Shofer J, Gershlick A, Hildick-Smith D, Escaned J, Erglis A, Sheiban I, Thuesen L, Serra A, Christiansen E, Buettner A, Costanzo L, Barrano G, Di Mario C. In-hospital outcomes of percutaneous coronary intervention in patients with chronic total occlusion: insights from the ERCTO European Registry of Chronic Total Occlusion) registry. *EuroIntervention* 2011;7:472-479.
26. Song L, Maehara A, Finn MT, Kalra S, Moses JW, Parikh MA, Kirtane AJ, Collins MB, Nazif TM, Fall KN, Hatem R, Liao M, Kim T, Green P, Ali ZA, Batres C, Leon MB, Mintz GS, Karmaliotis D. Intravascular ultrasound analysis of intraplaque versus subintimal tracking in percutaneous intervention for coronary chronic total occlusions and association with procedural outcomes. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2017;10:1011-21.
27. Azzalini L, Dautov R, Brilakis ES, Ojeda S, Benincasa S, Bellini B, Karatasakis A, Chavarria J, Rangan BV, Pan M, Carlino M, Colombo A, Rinfret S. Impact of crossing strategy on mid-term outcomes following percutaneous revascularisation of coronary chronic total occlusions. *EuroIntervention* 2017;13:978-85.
28. Wilson WM, Walsh SJ, Bagnall A, Yan AT, Hanratty CG, Egred M, Smith E, Oldroyd KG, McEntegart M, Irving J, Douglas H, Strange J, Spratt JC. One-year outcomes after successful chronic total occlusion percutaneous coronary intervention. *Cathet. Cardiovasc. Diagn.* 2017;90:703-12.
29. McEntegart MB, Badar AA, Ahmad FA, Shaikat A, Macpherson M, Irving J, Strange J, Bagnall AJ, Hanratty CG, Walsh SJ, Werner GS, Spratt JC. The collateral circulation of coronary chronic total occlusions. *EuroIntervention* 2016;11:e1596-603.
30. Tian NL, Gami SK, Ye F, Zhang JJ, Liu ZZ, Lin S, Ge Z, Shan SJ, You W, Chen L, Zhang YJ, Mintz G, Chen SL. Angiographic and clinical comparisons of intravascular ultrasound versus angiography-guided drug-eluting stent implantation for patients with chronic total occlusion lesions: two-year results from a randomised AIR-CTO study. *EuroIntervention.* 2015;10(12):1409-17.
31. Kim BK, Shin DH, Hong MK, Park HS, Rha SW, Mintz GS, Kim JS, Kim JS, Lee SJ, Kim HY, Hong BK, Kang WC, Choi JH, Jang Y; CTO-IVUS Study Investigators. Clinical Impact of Intravascular Ultrasound-Guided Chronic Total Occlusion Intervention With Zotarolimus-Eluting Versus Biolimus-Eluting Stent Implantation: Randomized Study. *Circ Cardiovasc Interv.* 2015;8(7):e002592.
32. Colmenarez HJ, Escaned J, Fernandez C, Lobo L, Cano S, del Angel JG, Alfonso F, Jimenez P, Banuelos C, Gonzalo N, Garcia E, Hernandez R, Macaya C. Efficacy and safety of drug-eluting stents in chronic total coronary occlusion recanalization: a systematic review and meta- . *J Am Coll Cardiol.* 2010;55(17):1854-66.
33. Galassi AR, Sumitsuji S, Boukhris M, Brilakis ES, Di Mario C, Garbo R, Spratt JC, Christiansen EH, Gagnor A, Avran A, Sianos G, Werner GS. Utility of intravascular ultrasound in percutaneous revascularization of chronic total occlusions: an overview. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2016;9:1979-91.
34. Lo N, Michael TT, Moin D, Patel VG, Alomar M, Papayannis A, Cipher D, Abdullah SM, Banerjee S, Brilakis ES. Periprocedural myocardial injury in chronic total occlusion percutaneous interventions: a systematic cardiac biomarker evaluation study. *JACC Cardiovasc Interv.* 2014;7(1):47-54.

- 35.** Patel VG, Brayton KM, Tamayo A, Mogabgab O, Michael TT, Lo N, Alomar M, Shorrock D, Cipher D, Abdullah S, Banerjee S, Brilakis ES. Angiographic success and procedural complications in patients undergoing percutaneous coronary chronic total occlusion interventions: a weighted meta-analysis of 18,061 patients from 65 studies. *JACC Cardiovasc Interv.* 2013;6(2):128-36.
- 36.** Suzuki S, Furui S, Kohtake H, Yokoyama N, Kozuma K, Yamamoto Y, Isshiki T. Radiation exposure to patient's skin during percutaneous coronary intervention for various lesions, including chronic total occlusion. *Circ J.* 2006;70(1):44-8.
- 37.** Pavlidis AN, Jones DA, Sirker A, Mathur A, Smith EJ. Prevention of contrast-induced acute kidney injury after percutaneous coronary intervention for chronic total coronary occlusions. *Am J Cardiol.* 2015;115(6):844-51.
- 38.** Valgimigli M, Bueno H, Byrne RA, Collet JP, Costa F, Jeppsson A, Juni P, Kastrati A, Kolh P, Mauri L, Montalescot G, Neumann FJ, Petricevic M, Roffi M, Steg PG, Windecker S, Zamorano JL, Levine GN; ESC Scientific Document Group ; ESC Committee for Practice Guidelines (CPG) ; ESC National Cardiac Societies. 2017 ESC focused update on dual antiplatelet therapy in coronary artery disease developed in collaboration with EACTS: The Task Force for dual antiplatelet therapy in coronary artery disease of the European Society of Cardiology (ESC) and of the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *Eur Heart J.* 2018;39(3):213-260.

Figura nº 1 – Guias de Angioplastia

