

LES CHANGEMENTS DE PARADIGME DANS LE TRAITEMENT DES THROMBOSES VEINEUSES DES MEMBRES INFÉRIEURS : ON AVANCE OU ON RECALE ?

DONDELINGER RF (1, 2)

RÉSUMÉ : Les traitements radiologiques du syndrome post-thrombotique (SPT) des obstructions veineuses des membres inférieurs sont décrits. Les résultats obtenus au fil de leur développement technique sont discutés.

MOTS-CLÉS : *Thrombose veineuse profonde - Syndrome post-thrombotique - Thrombolyse pharmaco-mécanique*

**PARADIGM SHIFTS IN THE TREATMENT OF VENOUS
THROMBOSIS OF THE LOWER LIMBS : ARE WE MOVING
FORWARD OR BACKWARD?**

SUMMARY : The radiological treatment of post-thrombotic syndrome (PTS), complicating venous obstruction of the lower limbs is described. Results obtained by the evolving techniques are discussed.

KEYWORDS : *Deep venous thrombosis - Post-thrombotic syndrome - Pharmaco-mechanical thrombolysis*

INTRODUCTION

Les procédures radiologiques interventionnelles se comptent par plusieurs centaines et s'appliquent à de nombreux domaines de la pathologie. Ces traitements sont inspirés par une approche minimalement invasive et à moindre coût, tout en prétendant obtenir des résultats équivalents ou supérieurs aux solutions établies. Les progrès, poussés par un pragmatisme imaginatif, sont concrétisés par les avancées technologiques et techniques, ce qui rend difficile leur évaluation, car l'asymptote dans le perfectionnement n'est jamais atteinte. Dès lors, l'innovation proposée pour demain s'entrechoque avec les techniques valables la veille et dont la validation peut prendre plusieurs décennies avant d'avoir dit un soi-disant dernier mot. Nous avons choisi d'illustrer ce choc des paradigmes en retraçant l'évolution récente des traitements radiologiques dans une pathologie de tous les jours : les obstructions veineuses profondes des membres inférieurs.

LE SYNDROME POST-THROMBOTIQUE

L'incidence des épisodes thrombotiques veineux aigus des membres inférieurs est estimée de 1 à 5/1.000 par an en fonction de l'âge, touchant pour un tiers des sujets âgés de plus de 60 ans (1). La menace précoce est l'embolie

pulmonaire, le tribut tardif, le syndrome post-thrombotique (SPT). D'intensité variable, il survient dans 20 à 50 % des cas, dans les deux ans après l'épisode aigu (2-6). Il faut relativiser sa fréquence par le peu de formes sévères, observées dans seulement 3-6 % des patients (3, 7). L'ulcère veineux chronique survient malgré tout dans 5 % à dix ans (7). La morbidité et les répercussions socio-économiques du SPT sont donc considérables au long cours (8).

Les causes du SPT sont multifactorielles : une thrombose proximale ou son étendue à plusieurs étages, la récurrence, l'insuffisance veineuse préexistante, des facteurs procoagulants, la surcharge pondérale, un traitement anticoagulant insuffisant ou la persistance des symptômes et des signes objectifs à la fin de la phase aiguë. Dans les formes cliniques invalidantes, on observe, à l'imagerie, une obstruction de degré variable du flux veineux : une lumière incomplètement recanalisée, un blocage de l'afférence ou de l'efférence, notamment le barrage de la veine fémorale profonde, des rétractions pariétales et des destructions valvulaires et, plus souvent qu'on le croit, une compression veineuse pelvienne méconnue. Un taux élevé de CRP (C-Reactive Protein), des D-dimères, d'interleukine-6 pronostique le risque de survenue de SPT ainsi que certaines variantes génétiques codant l'inhibiteur de l'activateur du plasminogène (PAI-1).

La présentation clinique du SPT n'est pas pathognomonique. La clinique se recoupe avec celle de l'insuffisance veineuse chronique. Différents systèmes de gradation du SPT sont en usage, dont le score de Villalta qui est le plus répandu. Pratique certes, le questionnaire n'est

(1) Service d'Imagerie médicale, CHU Liège, Belgique.
(2) Honorary Fellow of the Royal College of Radiology, London, United Kingdom.

cependant pas adapté spécifiquement à l'évaluation du SPT. Il ne tient pas compte de la claudication veineuse et l'ulcère veineux ne pondère pas la sévérité. L'appréciation de la qualité de vie n'est pas prise en compte et la corrélation avec l'imagerie veineuse, l'écho-Doppler ou l'imagerie par résonance magnétique, est laissée de côté.

TRAITEMENT DES THROMBOSES VEINEUSES AIGUËS

Le traitement classique de l'épisode thrombotique aigu se fonde sur un diagnostic précoce et une prise en charge par anticoagulation (héparine à bas poids moléculaire, antivitamines K, anticoagulants oraux directs) ainsi que sur l'application prolongée de bas de compression élastiques de classe II dès la phase aiguë. L'anticoagulation prévient l'extension de la thrombose, mais ne lyse pas directement le thrombus.

1) MODALITÉS DU TRAITEMENT FIBRINOLYTIQUE LOCAL

Un changement de paradigme intervient au début des années 90 : un traitement thrombolytique local, agressif dans le concept, peu invasif dans l'application, a préconisé «l'objectif de la veine ouverte». Il prétend faire mieux que le traitement standard et éclipse la fibrinolyse systémique, qui comportait un taux de complications hémorragiques inacceptable et des résultats peu satisfaisants. L'objectif de l'intervention locale est la résolution rapide et complète du thrombus et la prévention des séquelles post-thrombotiques par préservation endothéliale et valvulaire. Dans la version technique élémentaire, la drogue fibrinolytique est administrée par un cathéter multiperforé, placé dans le thrombus. Celui-ci est infiltré par une dose de charge, précédant l'infusion continue. On parle de «thrombolyse *in situ*» ou de «in-thrombolyse», bien qu'il s'agisse d'un traitement locorégional, qui comporte un effet systémique. On compte sur l'activateur du plasminogène retenu dans les mailles du thrombus, avant qu'il soit neutralisé de même que la plasmine, par l'inhibiteur circulant respectif et on mise sur la désintégration mécanique du caillot par le dispositif d'infusion. L'efficacité du traitement est liée, entre autres facteurs, à l'âge du thrombus, incitant à son instauration sans tarder.

La streptokinase, allergisante, encore utilisée dans les années 80, fut déclassée dans la décennie suivante au profit de l'urokinase synthétisée et du «recombinant tissue Plasmi-

nogen Activator» (rt-PA). L'urokinase présente une grande flexibilité d'utilisation, même sur plusieurs jours d'administration, à raison d'une dose moyenne horaire de 1.500 U/kg, et pour une charge cumulative de l'ordre de 5×10^6 à 7×10^6 unités. Le rt-PA, plus agressif, est administré à des doses de l'ordre de 0,01 mg/kg/heure, pour une dose limite de 100 mg. Une surveillance rigoureuse est requise, par crainte des complications hémorragiques, plus fréquentes avec le rt-PA qu'avec l'urokinase.

Le patient est hospitalisé sous surveillance, les paramètres de la coagulation sont vérifiés à intervalles réguliers et des phlébographies sont répétées au moins toutes les 24 heures, pour juger de l'évolution du traitement. Malgré l'évidence en faveur du traitement qui s'accumulait au tournant du siècle, le sentiment restait enraciné que la thrombolyse veineuse par cathéter n'avait pas prouvé son efficacité, qu'elle était dangereuse et qu'elle devait être réservée au sauvetage de membre. C'était la recommandation donnée en 2004 par le «American College of Chest Physicians» (ACCP), mais ce dernier rectifia rapidement sa position par la suite. Après l'élan initial, on recula face à la critique hâtive.

Au départ, le thrombus est simplement macéré aux passages des guides et des ballonnets. Ainsi fragmenté, il est aspiré à la seringue, du moins en partie, à l'intérieur de cathéters adaptés. Dans la dernière décennie, les techniques de recanalisation veineuse se sont affinées, associant plus efficacement les effets mécaniques à l'action pharmacologique. Des dispositifs sophistiqués ont vu le jour :

- le fibrinolytique est éjecté au pistolet à haute pression à travers les orifices latéraux du cathéter en place (Pulse spray, Angiodynamics);
- le thrombus exposé au fibrinolytique et désintégré, est aspiré dans le cathéter par effet Venturi (AngioJet, Boston Scientific);
- le fibrinolytique est délivré par le cathéter dans un segment veineux délimité par deux ballonnets, pendant qu'un guide introduit dans le cathéter le fait vibrer pour accélérer la destruction mécanique du thrombus (Trellis, Medtronic-Covidien). Ce dispositif a connu des déboires de fabrication par la suite.

Ces méthodes visent une résolution du caillot en une séance, suivie d'infusion locale complémentaire, pour aboutir à la restauration rapide du flux veineux. Des rétrécissements du segment ilio-cave sont levés par la mise en place de stents de diamètre et de force expansive adaptés, dès que l'obstacle émerge lors des opacifications. Il s'agit soit de synéchies endoveineuses ou de rétractions pariétales, soit de

compression extrinsèque, dont le syndrome de Cockett ou de May-Thurner est exemplatif.

2) ETUDES CLINIQUES

Les études observationnelles s'étaient multipliées dès le tournant du siècle. Cependant, il a fallu attendre la décennie actuelle pour voir apparaître les premières études, comparant le traitement fibrinolytique local au traitement anticoagulant seul. Les essais rapportaient un taux de SPT de 19-28 % après traitement pharmacomécanique, pour un taux de 50-77 % après traitement standard (9-12). Bien que le nombre de patients fût réduit et les résultats disparates, une avancée significative était promise dans la récupération de la lumière veineuse et la prévention des séquelles post-thrombotiques. La nécessité de «stenter» largement le segment veineux ilio-cave apparaissait indispensable. L'intrication de la fibrinolyse pharmacomécanique locale et du stenting à la demande était reconnue supérieure au traitement anticoagulant seul et recommandée dans le traitement d'un premier épisode de thrombose veineuse du segment ilio-fémoral, datant de moins de 14 jours, chez des patients en bon état général et à faible risque hémorragique. Les directives formulées par plusieurs sociétés scientifiques ont consacré l'avancée (13). Dans les mêmes années, deux études multicentriques randomisées, comparant le traitement pharmacomécanique au traitement standard, furent publiées. La première a conservé l'engouement, la seconde a sonné le recul.

Dans l'étude norvégienne «CaVenT» 189 patients, ont été recrutés de 2006 à 2009, à moins de trois semaines du début de l'épisode thrombotique, et randomisés dans deux bras (4). Le traitement standard associait l'héparine à bas poids moléculaire et l'antivitamine K, relayée par l'antivitamine K seule. Le traitement interventionnel additionnel était réalisé dans quatre centres, par un abord préférentiel de la veine poplitée; 0,01 mg/kg/heure d'Alteplase (un rt-PA) ont été infusés à travers un cathéter multiperforé, pour une dose limite de 20 mg par 24 heures. Un traitement complémentaire était appliqué chez 43,3 % des patients, comportant la mise en place de stents et la réalisation d'une angioplastie au ballonnet. Une lyse complète était obtenue dans 47,8 % des patients, une lyse partielle (50 à 99 %) dans 41,1 %. Seulement 11,1 % des traitements ont échoué (lyse inférieure à 50 %). L'axe ilio-fémoral était perméable à six mois dans 65,9 %, contre 47,4 % après anticoagulation seule ($p = 0,012$). Un SPT était noté à 24 mois dans 41,1 % dans le bras interventionnel contre 55,6 % dans le bras standard

($p = 0,047$), comptant pour une réduction absolue du risque de 14,4 %. A 6 mois, le segment ilio-fémoral était perméable dans, respectivement, 65,9 % et 47,4% des cas ($p = 0,012$). Il faut noter que 22,2 % de complications hémorragiques ont été rapportées dans le bras interventionnel, dont 4,6 % jugées significatives. Ensuite, 176 patients ont été suivis à 5 ans. Un SPT était présent chez 43 % des patients du bras interventionnel, dont 5 % de formes sévères. Chez les patients ayant été traités uniquement par un anticoagulant, le taux de SPT est monté à 71 %, dont 1 % de SPT sévère ($p < 0,0001$ *versus* bras interventionnel) (14). La qualité de vie ne différait pas dans les deux bras. Le rapport coût-bénéfice était favorable au traitement pharmacomécanique chez les patients présentant une thrombose du segment ilio-fémoral et un risque hémorragique bas (15). Les détracteurs ont insisté sur le nombre plus élevé de SPT sévère à deux ans (5 % vs 1 %) et sur une réduction du risque seulement de 6 % dans ce groupe ainsi que l'absence de différence en termes de qualité de vie.

L'étude Nord-Américaine «Attract» a impliqué 56 hôpitaux américains (16). Partant de 28.507 patients, 692 ont été inclus de 2009 à 2014 : 337 dans le bras interventionnel et 355 dans le bras standard, jusqu'à deux semaines après le début des symptômes. L'Alteplase était infusée pour une dose totale de 35 mg et une durée limitée à 30 heures. En alternative, une fibrinolyse pharmacomécanique était instaurée. Elle comprenait la macération du thrombus au ballonnet (62 %), aux dispositifs AngioJet (61 %) ou Trellis (5 %), l'aspiration (21 %), complétée par une angioplastie endoluminale (62 %) ou la mise en place de stents (28 %), suivie d'une infusion de rt-PA pendant 24 heures maximum. Le traitement était arrêté quand le thrombus était résorbé à 90 % ou en cas de complication. Aucune différence n'était notée entre les deux groupes, après un suivi compris entre 6 et 24 mois : un SPT était présent dans 46,7 % du bras interventionnel et 48,2 % dans le bras standard ($p = 0,56$). Le SPT était modéré ou sévère dans 18 % du bras interventionnel et dans 24 % du bras standard ($p = 0,04$). Une thrombose récidivante était notée à 24 mois dans 12 % du bras interventionnel et dans 8 % dans le bras contrôle ($p = 0,09$). Une hémorragie majeure s'était produite dans 1,7 % du bras Alteplase *versus* 0,3 % dans le bras contrôle dans les dix jours ($p = 0,049$) et dans 5,7 % *versus* 3,7 %, respectivement, à 24 mois. L'appréciation de la qualité de vie ne différait pas dans les deux groupes à 2 ans.

L'étude «Attract» est critiquable à de nombreux égards, notamment par sa grande hétérogénéité, la confusion des segments veineux, un suivi incomplet et l'utilisation du seul score de Villalta. Le taux de SPT observé dans le bras Alteplase était supérieur à toutes les publications antérieures, ce qui est expliqué par la diversité des centres impliqués et un stenting sous-utilisé, donc un traitement incomplet. La confusion des étages veineux atteints a noyé l'effet bénéfique du traitement endoluminal au niveau de l'axe pelvien. L'analyse stratifiée a rectifié quelque peu le tir en montrant que le traitement au niveau ilio-fémoral n'a pas prévenu la fréquence de SPT ou de récurrence à deux ans, mais l'intensité du SPT modérée à sévère a été diminuée et la qualité de vie spécifiquement liée à la maladie veineuse s'est trouvée améliorée (17). En revanche, au niveau fémoro-poplitée, le traitement instrumental n'a pas apporté d'amélioration, comparé au traitement standard, mais un taux de complications hémorragiques plus élevé (18). Malgré ces ajustements, «Attract» a sonné le recul et freiné l'essor du traitement radiologique.

TRAITEMENT DES THROMBOSES VEINEUSES CHRONIQUES

1) MODALITÉS TECHNIQUES

Parallèlement au traitement radiologique des thromboses veineuses aiguës, l'intérêt s'est porté, au début du siècle, aussi sur les occlusions veineuses chroniques supra-inguinales. Le SPT est d'autant plus invalidant que l'obstruction est proximale : alors que 80 % des thromboses fémorales ont tendance à la recanalisation, ce n'est le cas que pour 20 % des occlusions iliaques. Pour ces patients, les options thérapeutiques palliatives sont limitées. Le traitement pharmacomécanique, à qui l'étude «Attract» avait ôté son crédit à la phase aiguë, est revenu sur la scène dans la phase chronique. Un prérequis important pour la réussite du traitement est un flux afférent infra-inguinal de qualité. La technique de recanalisation mécanique est complexe à la phase de thrombose chronique. La réexpansion mécanique par ballonnet et par stent de la paroi veineuse rétractée est douloureuse et requiert une sédation profonde, voire une anesthésie générale. L'organisation fibreuse du thrombus demande un abord bifémoral ou jugulofémoral pour la transmission des forces sur le guide. En fonction de l'importance de l'extension caudale du throm-

bus, un abord percutané de la veine fémorale superficielle, de la veine poplitée ou de la veine fémorale profonde est nécessaire. Dès que le segment veineux occlus est recanalisé, la réexpansion de la paroi veineuse est obtenue par la dilatation au ballonnet avant stenting. Le segment recanalisé est stenté sur tout son axe par placement co-axial de stents d'un diamètre de 16 mm au niveau de la jonction ilio-cave et de 12 mm au niveau fémoral commun. L'atterrissage des stents doit se faire en territoire veineux sain. Les stents sont ensuite dilatés au ballonnet à leur diamètre nominal. Puis, le thrombus endoluminal résiduel est pulvérisé mécaniquement (Trerotola, Arrow). La veine fémorale commune tolère un stent sans risque de compression ou de fracture du matériel (19). Une thrombolyse locale complémentaire est mise en route pour 24 heures, si nécessaire. L'expérience montre que malgré les difficultés techniques, les complications se résument à des hématomes aux points d'abords percutanés.

2) ETUDES CLINIQUES

Une série de 159 patients collectés sur 9 ans a fait état d'une réussite technique dans 83 % des cas, incluant des occlusions chroniques biliaques et une atteinte plurisegmentaire dans 42 % des cas. La perméabilité secondaire assistée, après correction d'une thrombose intrastent, était de 66 % à 4 ans. La douleur et l'œdème liés au SPT ont régressé à 3 ans dans 79 % et 66 % des cas, respectivement. Les ulcères veineux ont guéri dans 56 % des cas à 3 ans, avec une amélioration significative de la qualité de vie (20). Des obstructions thrombotiques veineuses datant de plusieurs années peuvent ainsi être réouvertes et redevenir fonctionnelles. Une fistule artérioveineuse chirurgicale limitée, pratiquée au niveau fémoral superficiel, protège le montage pendant le temps nécessaire à sa réendothélialisation, une avancée dont le bien-fondé devra être évalué dans le futur.

Dans une méta-analyse comptant 1.500 patients souffrant de thrombose veineuse iliaque chronique stentée, la perméabilité du stent était observée dans 74 % et 89 % des cas à 3 et 5 ans. Un effet sur les douleurs locales était retrouvé dans 86 % et 94 % des cas et l'œdème du membre s'était résolu dans 66 et 89 %. (21) Un sous-groupe de patients mérite l'attention : les thromboses veineuses descendantes, provoquées par un obstacle siégeant au niveau de la veine iliaque. Le syndrome de Cockett ou de May-Thurner en est l'illustration (Figure 1). La compression extrinsèque de la veine iliaque gauche par l'artère iliaque droite s'observe

Figure 1A, B. Patiente âgée de 42 ans. Syndrome post-thrombotique du membre inférieur gauche, d'intensité moyenne, installé depuis un an, consécutif à une thrombose veineuse iliaque descendante en rapport avec un syndrome de Cockett méconnu. La thrombose étendue de l'axe iliaque rétracté est recanalisée par un abord percutané bifémoral. (A) Restauration du flux veineux après stenting endoluminal et pulvérisation des caillots résiduels. (B) Une fistule artérioveineuse chirurgicale de petit calibre est installée au niveau des vaisseaux fémoraux superficiels pour protéger le montage stenté jusqu'à sa néo-endothélialisation. Traitement par rivaroxaban 20 mg/24 h. Perméabilité veineuse à l'examen écho-Doppler après un suivi de 12 mois. Fermeture spontanée de la fistule artérioveineuse. La patiente est asymptomatique.



dans 14 à 32 % de la population, allant de formes expressives aux formes dégradées (22); 2-5 % des thromboses veineuses des membres inférieurs résultent de cette disposition anatomique. La réduction du diamètre veineux génère des synéchies endoveineuses qui mènent à la thrombose locale.

Les résultats encourageants du traitement endoluminal sont confirmés par des publications récentes. Dans une étude prospective de 67 patients, comportant 49,3 % de syndromes de May-Thurner, avec implication cave dans 17,9 %, une résolution complète du thrombus était obtenue dans 79,1 % et une résolution supérieure à 50 % dans 20,9 %. Une récurrence thrombotique se produisit dans 11,9 % des cas. Une correction du stenting était requise dans 5,9 % des cas (23). Dans une autre étude récente, le suivi de 136 stents ilio-caves implantés chez des patients présentant un SPT chronique a montré un taux cumulé de thromboses des stents à 6 mois de 13,7 %, suivi d'un taux annuel de 3-4 %. La perméabilité secondaire à 3 ans était de 88 % dans le groupe traité aux anticoagulants oraux directs et de 94 % chez les patients traités aux antivitaminés K (24). Comment faire pour valider les résultats obtenus par recanalisation mécanique endoluminale des obstructions veineuses iliaques chroniques ? Dans les formes de SPT sévères, la comparaison avec les solutions chirurgicales pourrait être suggérée.

CONCLUSION

Les résultats des traitements radiologiques endoluminaux des obstructions veineuses sont étudiés depuis une trentaine d'années. L'infusion locale de fibrinolytiques dans le thrombus a été relayée par le traitement pharmaco-mécanique, dès que les ballonets et stents vasculaires adaptés devenaient disponibles, avec des progrès appréciables notés au cours de la dernière décennie. Des dispositifs sophistiqués viennent compléter l'arsenal thérapeutique. Les techniques interventionnelles visent à minimiser les séquelles post-thrombotiques après la phase aiguë et, simultanément, elles s'attaquent à la restauration du flux dans les obstructions veineuses chroniques compliquées de SPT. Les évaluations cliniques n'ont pas dit leur dernier mot, les perfectionnements techniques non plus.

BIBLIOGRAPHIE

- White RH. The epidemiology of venous thromboembolism. *Circulation* 2003;**107**:14-8.
- Prandoni P, Lensing AW, Cogo A, et al. The long-term clinical course of acute deep vein thrombosis. *Ann Intern Med* 1996;**125**:1-7.
- Kahn SR, Shier I, Julian JA, et al. Determinants and time course of the postthrombotic syndrome after acute deep vein thrombosis. *Am Intern Med* 2008;**149**:698-07.
- Enden T, Haig Y, Klow NE, et al. Long-term outcome after additional catheter-directed thrombolysis versus standard treatment for acute iliofemoral deep vein thrombosis (the CaVenT study) : a randomized controlled trial. *Lancet* 2012;**379**:31-8.
- Kahn SR, Shapiro S, Wells PS, et al. Compression stockings to prevent post-thrombotic syndrome : a randomised placebo-controlled trial. *Lancet* 2014;**383**:880-8.
- Ten Cate-Hoek AJ. Prevention and treatment of the post-thrombotic syndrome. *Res Pract Thromb Haemost* 2018;**2**:209-19.
- Schulman S, Lindmarker P, Holmström M, et al. Post-thrombotic syndrome, recurrence and death 10 years after the first episode of venous thromboembolism treated with warfarin for 6 weeks or 6 months. *J Thromb Haemost* 2006;**4**:734-42.
- Guanella R, Ducruet T, Johri M, et al. Economic burden and cost determinants of deep vein thrombosis during two years following diagnosis : a prospective evaluation. *J Thromb Haemost* 2011;**9**:2397-405.
- AbuRahma AF, Perkins SE, Wulu JT, et al. Iliofemoral deep vein thrombosis : conventional therapy versus lysis and percutaneous transluminal angioplasty and stenting. *Ann Surg* 2001;**233**:752-60.

10. Lee CY, Lai ST, Shih CC, et al. Short-term results of catheter-directed intrathrombus thrombolysis versus anticoagulation in acute proximal deep vein thrombosis. *J Chin Med Assoc* 2013;**76**:265-70.
11. Srinivas BC, Patra S, Nagesh CM, et al. Catheter-directed thrombolysis along with mechanical thrombo-aspiration versus anticoagulation alone in the management of lower limb deep venous thrombosis - a comparative study. *Int J Angiol* 2014;**23**:247-54.
12. Ezelsoy M, Turunc C, Bayram M. Early outcomes of pharmacomechanical thrombectomy in acute deep vein thrombosis patients. *Heart Surg Forum* 2015;**18**:e222-25.
13. Meissner MH, Gloviczki P, Comerota AJ, et al. Early thrombus removal strategies for acute deep venous thrombosis : clinical practice guidelines of the Society for Vascular Surgery and the American Venous Forum. *J Vasc Surg* 2012;**55**:1449-62.
14. Haig I, Enden T, Grotta O, et al. Post-thrombotic syndrome after catheter-directed thrombolysis for deep vein thrombosis (CaVenT) : 5-year follow-up results of an open-label, randomised controlled trial. *Lancet Haematol* 2016;**3**:e64-71.
15. Enden T, Resch S, White C, et al. Costeffectiveness of additional catheter-directed thrombolysis for deep vein thrombosis. *J Thromb Haemost* 2013;**11**:1032-42.
16. Vedantham S, Goldhaber SZ, Julian JA, et al. Pharmacomechanical catheter-directed thrombolysis for deep vein thrombosis. *N Engl J Med* 2017;**377**:2240-52.
17. Comerota AJ, Kearon C, Gu CS, et al. Endovascular thrombus removal for acute iliofemoral deep vein thrombosis : analysis from a stratified multicenter randomized trial. *Circulation* 2019;**139**:1162-73.
18. Kearon C, Gu CS, Julian JA, et al. Pharmacomechanical catheter-directed thrombolysis in acute femoro-popliteal deep venous thrombosis : analysis from a stratified randomized trial. *Thromb Haemost* 2019;**119**:633-44.
19. Neglén P, Tackett TP Jr, Raju S. Venous stenting across the inguinal ligament. *J Vasc Surg* 2008;**48**:1255-61.
20. Raju S, Neglén P. Percutaneous recanalization of total occlusions of the iliac vein. *J Vasc Surg* 2009;**50**:360-8.
21. Raju S. Best management options for chronic iliac vein stenosis and occlusion. *J Vasc Surg* 2013;**57**:1163-9.
22. Mousa AY, AbuRahma AF. May-Thurner syndrome : update and review. *Ann Vasc Surg* 2013;**27**:984-95.
23. Kang JM, Park KH, Ahn S, et al. Rivaroxaban after thrombolysis in acute iliofemoral venous thrombosis : a randomized open-labeled, multicenter trial. *Sci Rep* 2019;**9**:20356.
24. Sebastian T, Spirk D, Engelberger RF. Incidence of stent thrombosis after endovascular treatment of iliofemoral or caval veins in patients with the postthrombotic syndrome. *Thromb Haemost* 2019;**119**:2064-73.

Les demandes de tirés à part doivent être adressées au Pr R.F. Dondelinger, Service d'Imagerie médicale, CHU Liège, Belgique.
Email : rdondelinger@chuliege.be