

Prise en charge de la sténose carotidienne

Dr FRANCESCO PUCCINELLI^a, Pr MARCO ROFFI^b, Dr NICOLAS MURITH^c et Pr ROMAN SZTAJZEL^d

Rev Med Suisse 2017; 13: 894-9

L'athérosclérose des artères carotides est une des causes majeures d'infarctus cérébral. Le bénéfice de la revascularisation carotidienne est très important pour les sténoses symptomatiques de 70% ou plus, et modéré pour celles de 50 à 69%. Pour les sténoses asymptomatiques, la revascularisation carotidienne devrait être proposée chez des patients bien sélectionnés, avec une sténose entre 70 et 90%, si le risque de la procédure peut être estimé à moins de 3%. Deux approches sont possibles: le stenting et la chirurgie. Le stenting semble être associé à un nombre plus important d'AVC périopératoires, mais à un risque moindre d'infarctus du myocarde et de paralysie des nerfs crâniens par rapport à la chirurgie. Chaque cas devrait être discuté dans le cadre d'un colloque multidisciplinaire pour proposer la meilleure stratégie thérapeutique au patient.

Management of carotid artery stenosis

Carotid artery atherosclerosis remains one of the major causes of stroke. The efficacy of carotid artery recanalization has already been established and is considered significant for symptomatic stenosis >70% and moderate for stenosis between 50-69%. Regarding asymptomatic stenosis, carotid artery recanalization should be reserved for carefully selected patients with a stenosis between 70-90% and an estimated procedural risk at less than 3%. Two therapeutic options are currently available: angioplasty with stent placement and endarterectomy. While the endovascular approach may be associated with a higher periprocedural complication rate of stroke, there remains a significant decrease in the rate of myocardial infarction and peripheral nerve palsy compared to surgery. As a result, each case should be reviewed with a multidisciplinary approach in order to propose the best therapeutic strategy.

INTRODUCTION

L'athérosclérose des artères carotides est une des causes majeures d'infarctus cérébral. Elle est aussi un marqueur de risque indépendant d'infarctus du myocarde et de décès d'origine vasculaire. Les mesures thérapeutiques ont donc pour objectif la prévention des différentes complications vasculaires de cette maladie. Les progrès du traitement médical de prévention des événements vasculaires et l'avènement de nouvelles techniques de revascularisation ont amené à reconstruire l'intérêt de la revascularisation carotidienne.

PRISE EN CHARGE DE LA STÉNOSE CAROTIDIENNE SYMPTOMATIQUE

Les sténoses de l'artère carotide interne sont la cause d'environ 15% des infarctus cérébraux et des accidents ischémiques transitoires (AIT). Le risque de récidive augmente avec le degré de sténose et diminue pour les sténoses les plus serrées. Dans l'étude NASCET, le risque annuel de récidive est de 3,7% pour les sténoses inférieures à 50%, de 4,4% pour celles entre 50 et 70% et de 13% pour les majeures de 70%.¹

Revascularisation carotidienne

Deux principaux essais randomisés ont étudié le bénéfice de la chirurgie chez les patients ayant une sténose carotidienne récemment symptomatique^{1,2} et ont montré que le bénéfice de la chirurgie est très important pour les sténoses de 70% ou plus, modéré pour celles de 50 à 69% et nul si la sténose est inférieure à 50%. Une méta-analyse des données des patients inclus dans les trois plus grands essais a montré que la mortalité opératoire est de 1,1% et le risque d'AVC et de décès périopératoires de 7,1%.³ Dans ces essais, le bénéfice de la chirurgie est plus important chez les hommes, les patients âgés de plus de 75 ans et chez ceux ayant été randomisés dans les 2 semaines suivant l'événement qualifiant.⁴

Approche chirurgicale (endartériectomie) versus endovasculaire (stenting)

Trois principaux essais randomisés européens (EVA-3S, SPACE, ICSS),⁵⁻⁷ ont comparé la chirurgie au stenting chez des patients ayant une sténose récemment symptomatique. Ces études ont montré que le stenting est associé à un risque accru d'AVC ou de décès au cours ou dans les suites immédiates du traitement par rapport à la chirurgie. Ainsi, selon les données d'une méta-analyse de ces trois essais randomisés,⁸ le risque d'AVC ou de décès dans les 30 jours est augmenté de 74% (7,7 vs 4,4%; p = 0,0001). L'étude américaine CREST,⁹ où ont été randomisés des patients avec des sténoses symptomatiques et asymptomatiques, a confirmé l'excès de risque d'AVC ou de décès associé au stenting: 6% pour le stenting et 3,2% pour la chirurgie. Le risque excédentaire est par contre limité aux AVC mineurs, sans différence de déficits résiduels à 6 mois entre les groupes stenting ou chirurgie.¹⁰ Cette étude a montré aussi que le risque d'infarctus du myocarde (1,1% vs 2,3%) et de lésion des nerfs crâniens (0,3% vs 4,7%) dans les 30 jours après le traitement est moindre dans le groupe stenting. Ces résultats sont retrouvés dans une mise à jour de la méta-analyse Cochrane¹¹ où le stenting carotidien est associé à un risque plus élevé d'AVC ou de décès dans les 30 jours après l'intervention, mais à un risque moindre d'infarctus du myocarde et de paralysie des nerfs crâniens par rapport à la chirurgie. Par contre, si on considère les

^a Département de radiologie, CHUV, 1011 Lausanne, ^b Département de cardiologie,

^c Département de chirurgie cardiovasculaire, ^d Département de neurologie, HUG, 1211 Genève 14
francesco.puccinelli@chuv.ch

critères de jugements primaires des essais, la seule étude qui a montré un bénéfice significatif pour la chirurgie est EVA-3S, tandis que dans SPACE, ICSS et CREST aucune différence n'a été mise en évidence entre les deux techniques.

Après 30 jours, le risque de récidive est faible aussi bien chez les patients traités par stenting que par chirurgie,^{9,12,13} de même le risque de resténose (pour les resténoses de 70% ou plus) ou d'occlusion est faible dans les deux groupes.^{14,15} Le stenting étant donc aussi efficace que la chirurgie pour prévenir les récidives d'infarctus cérébral à long terme après la période péri-interventionnelle, comment expliquer le risque accru d'AVC péri-interventionnel associé à cette procédure? Certaines limitations des principaux essais randomisés permettent de répondre, du moins partiellement, à cette question. Par exemple l'expérience des opérateurs réalisant le stenting a possiblement joué un rôle important dans le taux des complications périopératoires, comme démontré dans une méta-analyse sur les données individuelles des 3 essais thérapeutiques principaux.¹⁶ Le risque d'AVC ou de décès périopératoires est plus faible chez les patients traités par des opérateurs qui ont réalisé ce geste régulièrement au cours des essais (au moins 6 par an), et environ deux tiers des patients randomisés dans le bras stenting ont été traités par des opérateurs avec un volume d'activité

inférieur. En outre, dans aucune des études publiées, l'imagerie des troncs supra-aortiques (angio-CT ou angio-IRM) a été requise pour la randomisation. Ceci a pu avoir comme conséquence l'inclusion de patients avec une anatomie «défavorable» au stenting, pouvant compliquer le geste technique. Cette affirmation est en partie confirmée par les résultats de CREST⁹ et de la méta-analyse Cochrane¹¹ qui ont montré que le risque d'AVC ou de décès périopératoires est deux fois plus élevé chez les patients de 70 ans ou plus traités par stenting (12 vs 5,9%; risque relatif: 2,04; IC 95%: 1,48-2,82), alors qu'il est équivalent chez ceux de moins de 70 ans (5,8 vs 5,7%).⁸ Ce résultat est facilement explicable, car les patients plus âgés ont une probabilité majeure d'avoir une anatomie plus à risque pour le traitement endovasculaire, compte tenu d'une athérosclérose et d'une tortuosité des vaisseaux plus marquées. Les systèmes de protection cérébrale peuvent également contribuer à réduire le risque d'AVC périopératoire lors du stenting. Or, dans les essais randomisés leur utilisation n'a pas été toujours requise. Dans les trois principales études, EVA-3S, SPACE et ICSS, le système de protection cérébrale n'a été utilisé que dans moins de 60% des cas.

Ces résultats sont résumés dans les **tableaux 1** et **2**. La **figure 1** montre un exemple de traitement par stenting carotidien.

TABLEAU 1

Principales études randomisées comparant chirurgie et traitement endovasculaire

ND: non disponible.

| Etudes | Opérés/stentés | Degré de sténose | Symptomatique/ asymptomatique | Protection cérébrale | Nombre de procédures requises préalablement de la part des opérateurs | Anesthésie générale |
|---------|----------------|-------------------|-------------------------------|----------------------|--|---------------------|
| CAVATAS | 253/251 | > 80% | 488/16 | Non | Neuroradiologues interventionnels entraînés mais pas nécessairement pour les interventions sur les carotides | 93% |
| EVA 3S | 259/261 | > 70%, puis > 60% | 520/0 | Oui | 12 interventions sur les carotides ou 35 sur les artères supra-aortiques incluant 5 sur les carotides | 73% |
| SAPHIRE | 167/167 | > 50% > 80% | 93/241 | Oui | Expérience avec le traitement endovasculaire | ND |
| SPACE | 589/607 | > 50% | 1196/0 | Oui | Au moins 25 interventions sur les carotides | ND |
| ICSS | 858/855 | > 50% | 1713/0 | Oui | Au moins 50 interventions incluant 10 sur les carotides | ND |
| CREST | 1262/1240 | > 50% > 60% | 1322/1180 | Oui | ≥ 15 interventions sur les carotides | 90% |
| ACT-1 | 364/1089 | 70-99% | 1453 | Oui | > 25 interventions sur les carotides | ND |

TABLEAU 2

Nombre d'événements et de complications dans les principales études randomisées

NS: non significatif; ND: non disponible; IM: infarctus du myocarde.

| Etudes | AVC ipsilateral/décès à 30 jours | p | Infarctus du myocarde | p | Critère de jugement primaire |
|---------|---|--------|---|-------|---|
| CAVATAS | 25 (10%) pour le stenting et 25 (9,9%) pour la chirurgie | NS | 0 (0%) pour le stenting et 2 (1%) pour la chirurgie | NS | Décès/AVC à 30 jours: pas de différence |
| EVA 3S | 25 (9,6%) pour le stenting et (3,9%) pour la chirurgie | 0,004 | 1 (0,4%) pour le stenting et 2 (0,8%) pour la chirurgie | 0,62 | Décès/AVC à 30 jours: chirurgie meilleure |
| SAPHIRE | 9 (5,8%) pour le stenting et 11 (7,74%) pour la chirurgie | 0,52 | 4 (2,5%) pour le stenting et 12 (8,1%) pour la chirurgie | 0,03 | Décès/AVC/IM à 30 jours ou décès/AVC à 1 an: pas de différence |
| SPACE | 41 (6,9%) pour le stenting et 38 (6,5%) pour la chirurgie | NS | ND | - | Décès/AVC à 30 jours: pas de différence |
| ICSS | 63 (7,4%) pour le stenting et 29 (3,4%) pour la chirurgie | 0,0004 | 3 (0,3%) pour le stenting et 4 (0,4%) pour la chirurgie | NS | AVC majeur à 5 ans: pas de différence |
| CREST | 54 (4,4%) pour le stenting et 29 (2,3%) pour la chirurgie | 0,012 | 13 (1,1%) pour le stenting et 29 (2,3%) pour la chirurgie | 0,032 | AVC majeur/IM péri procédural ou décès/AVC à 4 ans: pas de différence |
| ACT-1 | 31 (2,9%) pour le stenting et 6 (1,7%) pour la chirurgie | 0,33 | 5 (0,5%) pour le stenting et 3 (0,9%) pour la chirurgie | 0,41 | Décès/AVC/IM à 30 jours ou décès/AVC à 1 an: pas de différence |

CONCLUSION

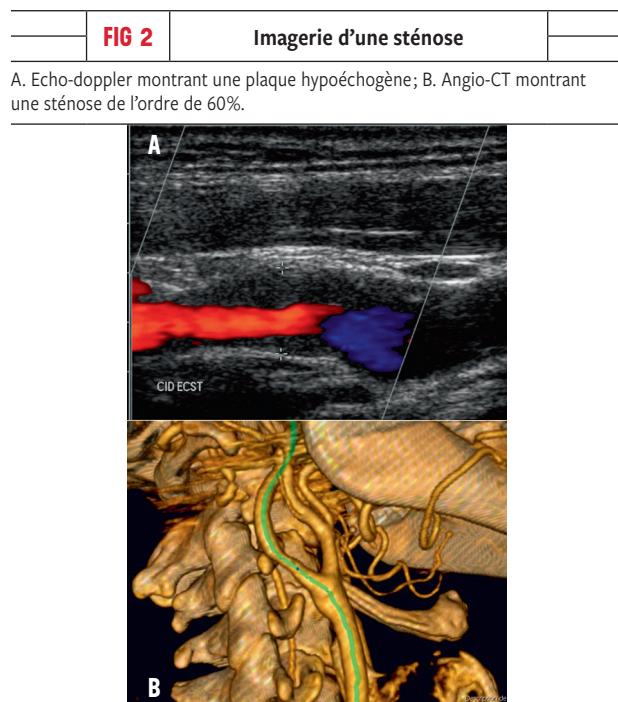
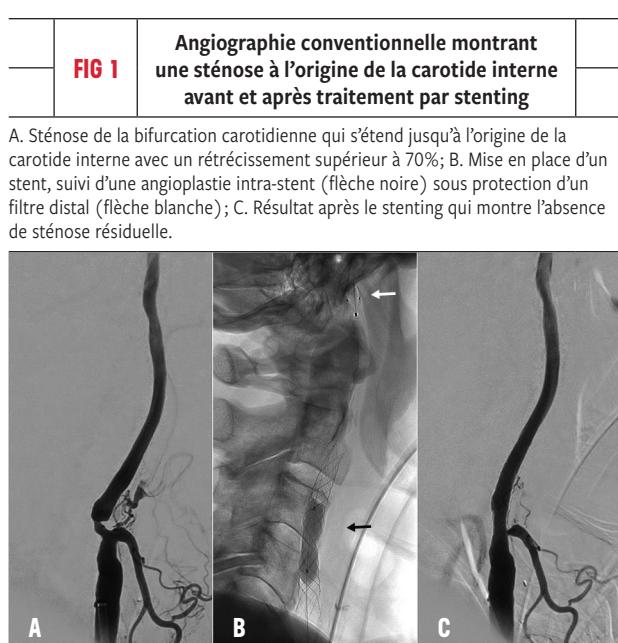
Dans les études publiées, le risque périprocédural est plus élevé lors de stenting que lors de chirurgie, mais le taux d'AVC homolatéral, une fois la période périprocédurale passée, ne diffère pas selon la technique (OR: 0,93; IC 95%: 0,6-1,45). De fait, même si la chirurgie est supérieure au stenting en termes de qualité de vie à 2 semaines et à 1 mois, aucune différence n'a été démontrée à 1 an entre les deux techniques.¹⁷ Cependant, bien que la qualité de vie à une année soit comparable entre les deux groupes, une analyse, réalisée en fonction de l'événement survenu durant la période périprocédurale, révèle que les patients ayant eu un AVC ont en général une qualité de vie moins bonne que ceux qui ont eu un infarctus du myocarde ou une atteinte d'un nerf crânien.

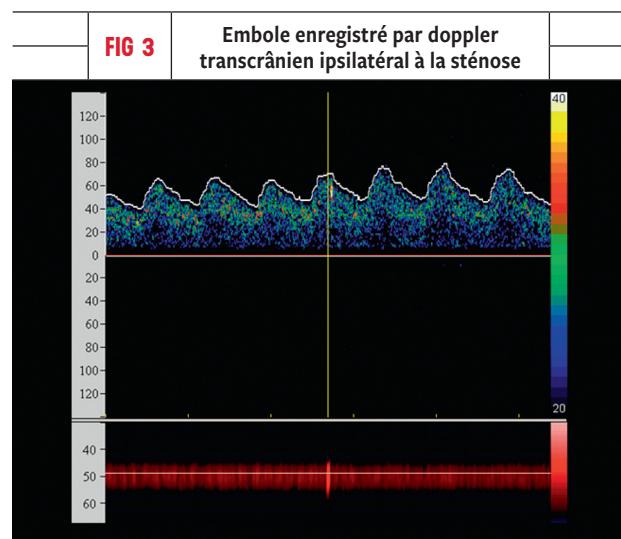
En présence d'une sténose carotidienne serrée et symptomatique, il est donc important de bien identifier les patients chez qui l'approche chirurgicale est l'option de choix et ceux chez qui le stenting constitue une alternative sûre et efficace. Pour cela, chaque cas devrait être discuté dans le cadre d'un colloque multidisciplinaire.

PRISE EN CHARGE DE LA STÉNOSE CAROTIDIENNE ASYMPTOMATIQUE

Dans la population générale, la prévalence des sténoses carotidiennes asymptomatiques varie de 0,5% chez les patients de 50 à 69 ans à 10% chez ceux de plus de 80 ans.¹⁸ La prévalence augmente avec les facteurs de risque vasculaire et en présence d'une autre localisation de la maladie athérosclérotique.^{19,20} Le rôle de la revascularisation carotidienne reste débattu. Deux grands essais ont étudié le bénéfice de la chirurgie carotidienne en cas de sténose asymptomatique de plus de 60%.^{21,22} Leurs résultats sont globalement concordants avec une réduction absolue du risque d'AVC à 5 ans d'environ 5% chez les patients opérés. Mais quel est le risque d'AVC sous traitement médical seul? Dans ces essais, il

s'avère qu'il est faible, de l'ordre de 2% par an. Ainsi, la réduction absolue apportée par la chirurgie est modeste. Certaines études ont en revanche montré que certains sous-groupes de patients sont tout de même plus à risque d'AVC. Par exemple Inzitari et coll.²³ ont estimé le risque annuel d'AVC à 3,7% chez les patients ayant une sténose carotidienne asymptomatique > 75% associée à une sténose symptomatique controlatérale. Dans l'étude ACSRS (The Asymptomatic Carotid Stenosis and Risk of Stroke), le risque annuel d'AVC est estimé à 6,3% chez les patients avec sténoses sévères des carotides, une concentration élevée de créatinine, et un antécédent d'AIT controlatéral.²⁴ La progression de la plaque, facilement contrôlable par écho-doppler, est aussi considérée comme un facteur entraînant un risque accru d'AVC. Par exemple dans l'étude ACSRS, le risque annuel est estimé à 1,1% en présence d'une plaque stable, et à 2% en cas de progression de la plaque lors d'un suivi de 8 ans.^{24,25} Le risque d'AVC semble augmenté aussi chez les patients avec un antécédent d'AVC/AIT homolatéral ou controlatéral. Dans l'étude ACSRS, ces patients ont un risque relatif d'AVC homolatéral à la sténose asymptomatique de 3%. Dans la même étude, la présence d'ischémie silencieuse homolatérale est associée à un risque accru d'AVC, 3,6% annuels dans un sous-groupe de 462 patients avec sténose de 60-99% et lésions silencieuses au CT-scan.²⁶ La caractérisation de la plaque par ultrason ou par IRM est très importante et permet également de mieux apprécier le risque d'événement cérébral. Par exemple, dans l'étude ACES (Asymptomatic Carotid Emboli Study), la présence d'emboles au doppler transcrânien est associée à un risque d'AVC homolatéral annuel de 3,6%, comparé à seulement 0,7% en l'absence d'emboles (figures 2 et 3).²⁷ Dans une étude portant sur 126 patients avec une sténose symptomatique modérée (30-69%) et non traitée, le risque de récidive d'AVC est associé à la présence à l'IRM d'une hémorragie intraplaque, d'une ulcération ou d'une région de nécrose lipidique.²⁸ Tous ces outils mentionnés permettent ainsi de mieux caractériser la paroi de la





carotide et doivent être utilisés de manière systématique afin de mieux identifier parmi les patients avec sténose asymptomatique, ceux qui sont le plus à risque d'avoir un événement cérébrovasculaire.

Approche chirurgicale (endartérectomie) versus traitement médical

Trois études randomisées ont comparé l'endartérectomie carotidienne associée au traitement médical (TM) à un TM seul chez des patients avec une sténose carotidienne significative asymptomatique: Veterans Affairs Cooperative Study (VACS),²⁹ Asymptomatic Carotid Atherosclerosis Study (ACAS)²² et Asymptomatic Carotid Surgery Trial (ACST-1).³⁰ Dans l'étude VACS, le risque d'AVC homolatéral pour des sténoses supérieures à 50% est plus important dans le groupe TM seul (4,7% vs 9,4%) mais cette différence n'est pas statistiquement significative ($p = 0,06$).²⁹ Dans ACAS, la réduction du risque d'AVC homolatéral à 5 ans est estimée à 53% ($p = 0,004$) dans le groupe chirurgical.²² Dans ACST-1, la plus grande étude randomisée jusqu'à maintenant, avec 3120 patients inclus, le risque d'AVC à 5 ans dans le groupe chirurgical est de 6,4 vs 11,8% dans le groupe TM seul et à 10 ans, il est de 13,4% pour la chirurgie vs 17,9% TM seul.^{30,31} Les résultats de ces études confirment que la revascularisation carotidienne réduit de manière significative le risque d'AVC à 5 et 10 ans.

Approche chirurgicale (endartérectomie) versus endovasculaire (stenting)

Deux études randomisées ont comparé le stenting et la chirurgie pour des sténoses asymptomatiques: Carotid Revascularization Endarterectomy vs Stenting Trial (CREST) et Asymptomatic Carotid Trial-1 (ACT-1). L'étude CREST a inclus 1181 patients asymptomatiques, avec une sténose > 60% à l'artériographie et > 70% au doppler. Le risque d'AVC/décès à 30 jours après l'intervention est estimé à 1,4% postchirurgie et 2,5% poststenting ($p = 0,15$), et il est dû à un excès d'AVC mineurs. Le risque d'infarctus du myocarde à 30 jours est plus élevé dans le groupe chirurgie (2,2 vs 1,2%; $p = 0,2$). Dans le suivi à 10 ans, le risque d'AVC est similaire (6,9% pour le stenting et 5,6% pour la chirurgie; $p = 0,96$).^{9,32,33} Dans l'étude

| TABLEAU 3 | | |
|--|--|--|
| Conditions qui augmentent le risque de la chirurgie, du traitement endovasculaire ou des deux | | |

* <+> selon les méta-analyses et <-> selon les registres.

| | Chirurgie | Stenting |
|---|------------------|-----------------|
| Anatomie | | |
| • Bifurcation haute ou lésion intrathoracique | + | - |
| • Extension intracrânienne de la sténose carotidienne | + | - |
| • Patients avec lésions en tandem et haute suspicion d'une sténose du siphon | + | - |
| • Patients avec irradiation préalable de la région cervicale | + | - |
| • Patients avec resténose après endartérectomie | + | - |
| • Occlusion controlatérale | + | +/-* |
| • Arc aortique excessif ou tortuosité de la carotide avec importante angulation | - | + |
| • Importante athéromateuse aortique | - | + |
| Caractéristiques de la plaque | | |
| • Plaques hypoéchogènes à l'US | - | + |
| Conditions spécifiques du patient | | |
| • Plus de 70 ans | - | + |
| • Présence d'une maladie coronarienne sévère ou instable | + | - |
| • Présence d'une lésion controlatérale du nerf laryngé | + | - |

ACT-1, les résultats sont identiques avec un risque d'AVC/décès périopératoire de 1,7% pour la chirurgie vs 2,9% pour le stenting ($p = 0,33$). Le risque d'AVC dans le suivi à 5 ans est de 2,7% pour la chirurgie et de 2,2% pour le stenting ($p = 0,51$).³⁴ Dans ces deux études, le risque périopératoire d'AVC/décès est donc plus élevé dans le groupe stenting, mais cette différence est due à un excès d'AVC mineurs. En outre, le taux d'AVC majeurs est similaire pour les deux groupes: 0,3% vs 0,5% ($p = 0,66$) dans l'étude CREST et 0,6% pour les deux dans ACT-1,^{9,34} et si on considère les critères de jugement primaires, il n'y a aucune différence entre la chirurgie et le stenting (tableau 2). Les résultats à long terme ont montré un risque similaire d'AVC homolatéral dans les deux groupes après la période périopératoire.³⁵

Patients à haut risque chirurgical

Les principaux facteurs augmentant le risque de la chirurgie ou la contre-indication sont d'ordre général (comorbidités cardiaques ou pulmonaires sévères) ou local (antécédent de chirurgie ou de radiothérapie cervicale, resténose après chirurgie). Dans une méta-analyse regroupant les études EVA-3S, SPACE et ICSS,⁸ l'occlusion de la carotide controlatérale semble être un facteur augmentant le risque de la revascularisation carotidienne, que ce soit par chirurgie ou stenting. A noter par contre que dans les études non comparatives (registres), le taux de complications lors de stenting en présence d'occlusion controlatérale est plus bas (tableau 3).³⁶⁻³⁸ L'étude SAPPHIRE, qui a porté sur des patients à haut risque chirurgical ayant pour la plupart une sténose carotidienne

asymptomatique, a conclu que le stenting n'est pas inférieur à la chirurgie pour prévenir les événements vasculaires majeurs.³⁹

CONCLUSION

Le rôle de la revascularisation carotidienne dans les sténoses asymptomatiques reste peu clair dans les guidelines, comme en témoigne la grande divergence de pratiques constatées d'un pays à un autre.⁴⁰ La proportion d'endarterectomies réalisées pour une sténose carotidienne asymptomatique varie de 0% au Danemark à presque 90% aux Etats-Unis.^{40,41} La revascularisation carotidienne devrait être proposée chez des patients bien sélectionnés, avec une sténose entre 70 et 90%, si le risque de la procédure peut être estimé à moins de 3%. Compte tenu du délai nécessaire pour observer un éventuel bénéfice d'une revascularisation prophylactique, cette intervention ne doit être envisagée que chez des patients dont l'espérance de vie est d'au moins 5 ans. Plusieurs essais thérapeutiques sont en cours en Europe et en Amérique du Nord pour évaluer à nouveau l'intérêt de la revascularisation carotidienne prophylactique associée à un traitement médical optimal en comparaison du traitement médical optimal seul chez des patients ayant une sténose carotidienne asympto-

matique. Dans l'attente des résultats des essais thérapeutiques, la décision de proposer un geste de revascularisation prophylactique, chirurgie ou stenting, doit être prise au cas par cas dans le cadre d'un colloque pluridisciplinaire et doit tenir compte des facteurs de risque d'infarctus cérébral homolatéral, des risques de la revascularisation et de l'espérance de vie du patient et de ses choix.

Conflit d'intérêts: Les auteurs n'ont déclaré aucun conflit d'intérêts en relation avec cet article.

IMPLICATIONS PRATIQUES

- La revascularisation carotidienne devrait être proposée le plus rapidement possible pour les sténoses symptomatiques de 70% ou plus
- Les sténoses asymptomatiques devraient faire l'objet d'une revascularisation chez des patients bien sélectionnés, avec une sténose entre 70 et 90%
- Le choix entre stenting et chirurgie (endarterectomie) devrait être pris pour chaque patient dans le cadre d'un colloque pluridisciplinaire

1 Barnett HJ, et al. Benefit of carotid endarterectomy in patients with symptomatic moderate or severe stenosis. North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial Collaborators. *N Engl J Med* 1998;339:1415-25.

2 European Carotid Surgery Trialists' Collaborative Group. Randomised trial of endarterectomy for recently symptomatic carotid stenosis: final results of the MRC European Carotid Surgery Trial (ECST). *Lancet* 1998;351:1379-87.

3 Rothwell PM, et al. Analysis of pooled data from the randomised controlled trials of endarterectomy for symptomatic carotid stenosis. *Lancet* 2003;361:107-16.

4 Rothwell PM, et al. Endarterectomy for symptomatic carotid stenosis in relation to clinical subgroups and timing of surgery. *Lancet* 2004;363:915-24.

5 Mas JL, et al. Endarterectomy versus stenting in patients with symptomatic severe carotid stenosis. *N Engl J Med* 2006;355:1660-71.

6 Ringleb PA, et al. 30 day results from the SPACE trial of stent-protected angioplasty versus carotid endarterectomy in symptomatic patients: a randomised non-inferiority trial. *Lancet* 2006;368:1239-47.

7 Ederle J, et al. Carotid artery stenting compared with endarterectomy in patients with symptomatic carotid stenosis (International Carotid Stenting Study): an interim analysis of a randomised controlled trial. *Lancet* 2010;375:985-97.

8 * Bonati LH, et al. Short-term outcome after stenting versus endarterectomy for symptomatic carotid stenosis: a preplanned meta-analysis of individual patient data. *Lancet* 2010;376:1062-73.

9 Brott TG, et al. Stenting versus endarterectomy for treatment of carotid artery stenosis. *N Engl J Med* 2010;363:11-23.

10 Gray WA, et al. Overview of the 2011 food and drug administration circulatory system devices panel meeting on the Acculink and Accunet carotid artery stent system. *Circulation* 2012;125:2256-64.

11 Bonati LH, et al. Percutaneous transluminal balloon angioplasty and stenting for carotid artery stenosis. *Cochrane Database Syst Rev* 2012;9:CD000051.

12 Mas JL, et al. Endarterectomy versus angioplasty in patients with symptomatic severe carotid stenosis (EVA-3S) trial: results up to 4 years from a randomised, multicentre trial. *Lancet Neurol* 2008;7:885-92.

13 Eckstein HH, et al. Results of the Stent-protected angioplasty versus carotid endarterectomy (SPACE) study to treat symptomatic stenoses at 2 years: a multinational, prospective, randomised trial. *Lancet Neurol* 2008;7:893-902.

14 Lal BK, et al. Restenosis after carotid artery stenting and endarterectomy: a secondary analysis of CREST, a randomised controlled trial. *Lancet Neurol* 2012;11:755-63.

15 Arquizan C, et al. Restenosis is more frequent after carotid stenting than after endarterectomy: the EVA-3S study. *Stroke* 2011;42:1015-20.

16 * Calvet D, et al. Carotid stenting: is there an operator effect? A pooled analysis from the carotid stenting trialists' collaboration. *Stroke* 2014;45:527-32.

17 Cohen DJ, et al. Health-related quality of life after carotid stenting versus carotid endarterectomy: results from CREST (Carotid Revascularization Endarterectomy Versus Stenting Trial). *J Am Coll Cardiol* 2011;58:1557-65.

18 Warlow CP. Surgical treatment of asymptomatic carotid stenosis. *Cerebrovasc Dis* 1996;6:7-14.

19 Collet JP, et al. Prevalence of asymptomatic atherothrombotic lesions and risk of vascular events in patients with documented coronary artery disease. *Arch Mal Coeur Vaiss* 2005;98:31-54.

20 Carpentier PH, et al. Epidemiology of atherothrombotic lower limb arterial disease. *Arch Mal Coeur Vaiss* 2005;98:55-64.

21 Halliday A, et al. 10-year stroke prevention after successful carotid endarterectomy for asymptomatic stenosis (ACST-1): a multicentre randomised trial. *Lancet* 2010;376:1074-84.

22 Walker MD, et al. Endarterectomy for asymptomatic carotid artery stenosis. Executive Committee for the Asymptomatic Carotid Atherosclerosis Study. *JAMA* 1995;273:1421-8.

23 Inzitari D, et al. The causes and risk of stroke in patients with asymptomatic internal carotid artery stenosis. *N Engl J Med* 2000;342:1693-700.

24 Nicolaides AN, et al. Severity of asymptomatic carotid stenosis and risk of ipsilateral hemispheric ischaemic events: results from the ACSRS study. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2005;30:275-84.

25 Kakkos SK, et al. Predictors and clinical significance of progression or regression of asymptomatic carotid stenosis. *J Vasc Surg* 2014;59:956-67.

26 Kakkos SK, et al. Silent embolic infarcts on computed tomography brain scans and risk of ipsilateral hemispheric events in patients with asymptomatic internal carotid artery stenosis. *J Vasc Surg* 2009;49:902-9.

27 Markus HS, et al. Asymptomatic embolisation for prediction of stroke in the Asymptomatic Carotid Emboli Study (ACES): a prospective observational study. *Lancet Neurol* 2010;9:663-71.

28 Kwee RM, et al. MRI of carotid atherosclerosis to identify TIA and stroke

patients who are at risk of a recurrence. *J Magn Reson Imaging* 2013;37:1189-94.

29 Hobson RW, et al. Efficacy of carotid endarterectomy for asymptomatic carotid stenosis. The Veterans Affairs Cooperative study group. *N Engl J Med* 1993;328:221-7.

30 Halliday A, et al. 10-year stroke prevention after successful carotid endarterectomy for asymptomatic stenosis (ACST-1): a multicentre randomised trial. *Lancet* 2010;376:1074-84.

31 MRC Asymptomatic Carotid Surgery Trial (ACST) Collaborative group. Prevention of disabling and fatal strokes by successful carotid endarterectomy in patients without recent neurological symptoms: randomised controlled trial. *Lancet* 2004;363:1491-502.

32 Silver FL, et al. Safety of stenting and endarterectomy by symptomatic status in the carotid revascularization endarterectomy versus stenting trial (CREST). *Stroke* 2011;42:675-80.

33 * Brott TG, et al. Long-term results of stenting versus endarterectomy for carotid artery stenosis. *N Engl J Med* 2016;374:1021-31.

34 Rosenfield K, et al. Randomized trial of stent versus Surgery for asymptomatic carotid stenosis. *N Engl J Med* 2016;374:1011-20.

35 De Borst GJ, et al. In the end, it all comes down to the beginning! *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2015;50:271-2.

36 Theiss W, et al. Predictors of death and stroke after carotid angioplasty and stenting: a subgroup analysis of the Pro-CAS Data. *Stroke* 2008;39:2325-30.

37 Mercado N, et al. Carotid artery stenting of a contralateral occlusion and in-hospital outcomes: results from the CARE (Carotid artery revascularization and endarterectomy) registry. *JACC Cardiovasc Interv* 2013;6:59-64.

38 Mehta RH, et al. Effectiveness and safety of carotid artery stenting for significant carotid stenosis in patients with contralateral occlusion (from the German ALKK-CAS Registry experience). Am J Cardiol 2009;104:725-31.

39 Gurm HS, et al. Long-term results of carotid stenting versus endarterectomy in high-risk patients. N Engl J Med 2008;358:1572-9.
40 Vikatmaa P, et al. Variation in clinical practice in carotid surgery in nine

countries 2005-2010. Lessons from VASCUNET and recommendations for the future of national clinical audit. Eur J Vasc Endovasc Surg 2012;44:11-7.
41 Wang FW, et al. Outcomes after carotid artery stenting and endarterecto-

my in the Medicare population. Stroke 2011;42:2019-25.

* à lire

** à lire absolument