

Risico op stenose van de longaders na ablatie van atriumfibrillatie: ervaring van de ADVICE-studie

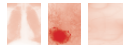
Christophe Scavée

Hoofd van de eenheid ritmologie, Cliniques Universitaires St-Luc, UC Louvain, Brussel



Christophe Scavée

Het werk van cardiologen op spreekuur bestaat voor een groot deel uit de behandeling van patiënten met atriumfibrillatie. Een ablatie uitgevoerd door een correct opgeleide arts is veilig en effectiever dan antiaritmica bij het handhaven van een sinusritme. Het risico op ernstige complicaties zoals stenose van de longaders (met pulmonale arteriële hypertensie als gevolg) bij ablatie van de longaders bedraagt 3-8%. De incidentie van longaderstenose is gelukkig zeer laag (< 1%), ook al wordt de ingreep uitgevoerd bij al maar moeilijkere gevallen. Dat wordt bevestigd door de ADVICE-studie, vooral in de groep met een slapende geleiding waarbij aanvullende ablaties zijn uitgevoerd. De belangrijkste risicofactor is diabetes. In de ADVICE-studie is geen enkel geval van ernstige longaderstenose vastgesteld, maar dat blijft een geduchte complicatie na ablatie voor atriumfibrillatie. De klinische presentatie van een longaderstenose is over het algemeen aspecifiek, waardoor het moeilijk is die complicatie te diagnosticeren. Alle gezondheidswerkers die zich bezighouden met patiënten bij wie een ablatie voor atriumfibrillatie is uitgevoerd, moeten de symptomen van longaderstenose dus kennen om de diagnose tijdig te kunnen stellen en de patiënt snel te kunnen behandelen. Als een longader afgesloten is, is een percutane interventie nagenoeg onmogelijk.



Inleiding

Atriumfibrillatie is veruit de frequentste aanhoudende hartritmestoornis. De incidentie van atriumfibrillatie stijgt gestaag. Naar schatting zal een derde van de volwassenen van 55 jaar in Europa ooit een atriumfibrillatie vertonen. De behandeling van patiënten met een atriumfibrillatie vormt een belangrijk aandeel van het spreekuur van cardiologen. Anderzijds is de behandeling van atriumfibrillatie de laatste 10 jaar letterlijk ontploft, met vooral antistollingstherapie en ablatie. Het sinusritme kan op 2 manieren worden gehandhaafd: antiaritmica of radiofrequentieablatie. Die laatste techniek is ontstaan einde jaren 90. M. Haïssaguerre heeft als eerste de longaders geïsoleerd. Die ingreep is geëvolueerd van een concept dat toentertijd moeilijk te realiseren was, naar een eenvoudiger procedure. Ablatie voor atriumfibrillatie is een routinetechniek geworden in de interventionele ritmologie. De ingreep wordt uitgevoerd door een elektrofysioloog. Percutane ablatie van longaders blijft echter een zeer moeilijke en delicate elektrofysiologische procedure. Er worden elektroden gebruikt in structuren met een dunne wand, die in contact staan met fragiele organen zoals de slokdarm, de linkervoorkamer en uiteraard de longaders zelf. Historisch werd een ablatie vooral uitgevoerd voor selectieve isolatie van haarden in de longaders met een ablatiekatheter. Sindsdien is de techniek geëvolueerd en nu wordt vooral een circumferentiële isolatie van de longaders uitgevoerd. Behoud van het sinusritme door cardioversie, antiaritmica of ablatie heeft vooral tot doel de symptomen te verminderen en de levenskwaliteit te verbeteren. **Als de ablatie door een goed opgeleide arts wordt uitgevoerd, is het een veilige procedure, die effectiever is dan antiaritmica.** Die laatste hebben maar een beperkt effect. De laatste richtlijnen van de Europese Vereniging voor Cardiologie, die in 2020 zijn gepubliceerd, pleiten voor isolatie van de longaders in geselecteerde gevallen (klasse I, bewijskracht niveau A) (1). Het slaagpercentage bedraagt circa 80% en hangt af van meerdere factoren,

waaronder de aard van de atriumfibrillatie, het profiel van de patiënt en de ervaring van de cardioloog.

Longaderstenose

Onderschat risico?

Het risico op ernstige complicaties bij ablatie van de longaders bedraagt 3-8%. Ernstige complicaties zijn harttamponnade, CVA, perifere embolie, ernstige bloedingen, slokdarmfistel en longaderstenose (2). Die laatste is een geduchte en nagenoeg niet te voorspellen complicatie. Er bestaat een internationale classificatie van de ernst van een longaderstenose volgens beeldvormingsonderzoek (**Figuur 1** en **Tabel 1**). Een ernstige stenose wordt gedefinieerd als een obstructie van een longader met meer dan 70% (**Figuur 1**). Een matig ernstige stenose wordt gedefinieerd als een vernauwing van 50-70%.

Een longaderstenose kan verworven of aangeboren zijn. Die complicatie komt nu vaker voor als gevolg van de letsels die worden veroorzaakt door ablatie bij de behandeling van atriumfibrillatie. Het aantal patiënten dat zo wordt behandeld, stijgt gestaag. De

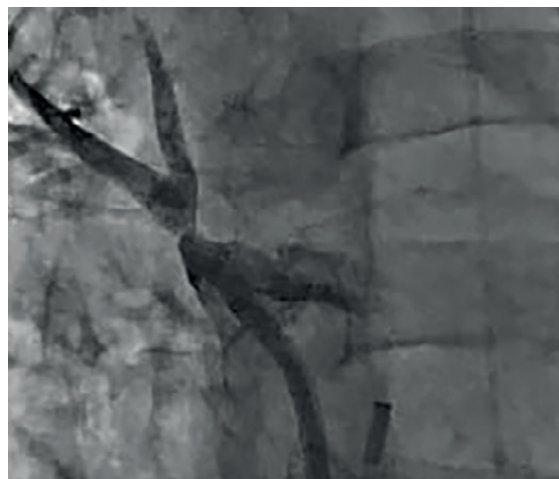
incidentie van longaderstenose is gelukkig spectaculair gedaald: van 42,4% bij de eerste pogingen op het einde van de jaren negentig tot nu **< 1%** (3). De incidentie van longaderstenose wordt waarschijnlijk echter onderschat. Er wordt immers niet stelselmatig een beeldvormingsonderzoek uitgevoerd bij patiënten met weinig of geen symptomen (4). **Soms treedt een longaderstenose pas 6 maanden na de ablatie op** en de link met een vorige ablatie wordt niet altijd gelegd. Het is ook belangrijk te vermelden dat de meeste cardiologen een stenose opsporen na enkele weken. Zo'n stenose kan echter veel later optreden en zal dan worden gemist als het onderzoek te vroeg wordt uitgevoerd.

Moeilijke diagnose

Een hemodynamisch voldoende significante stenose, die de bloedstroom belemmert, kan de **druk in de longslagader** in de zieke longlob doen stijgen. Over het algemeen treden er symptomen op als de doorbloeding met minstens 20-25% is gedaald en de patiënt tekenen van pulmonale arteriële hypertensie ontwikkelt (5). Dat veroorzaakt een **atypisch klinisch syndroom van dyspneu, pijn in de borstkas van wisselende**

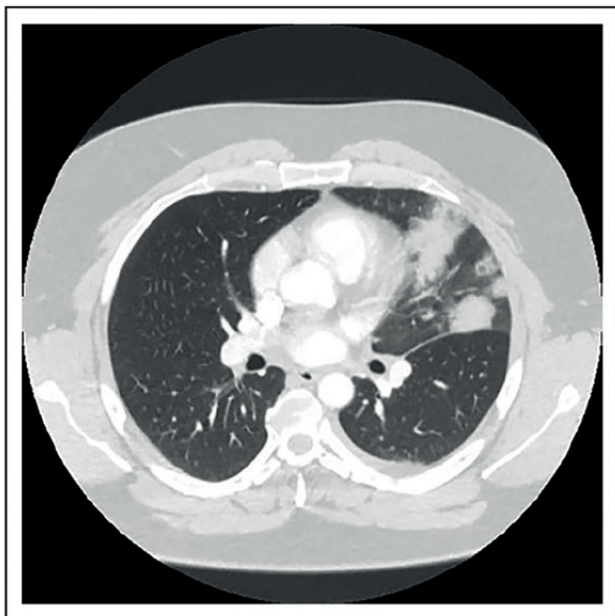
Figuur 1:

Angiografie van een longader. Ernstige stenose met een typisch zandloperbeeld. Naar Fender EA. et al. (13).



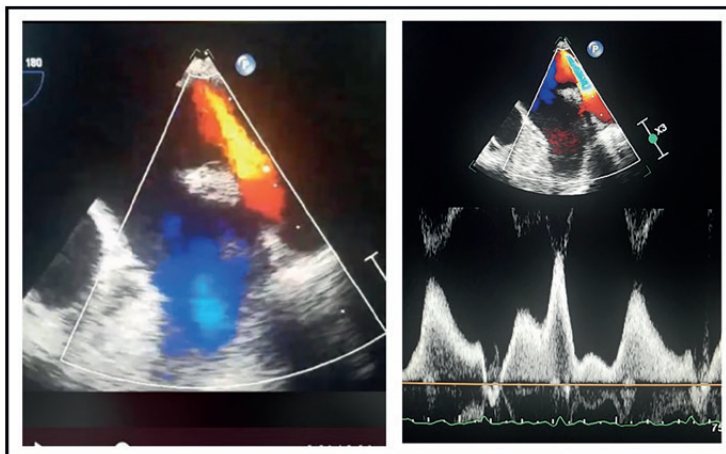
Figuur 2:

CT-scan van de thorax: longinfarct door occlusie van de linker vena pulmonalis inferior als gevolg van ablatie. Naar Fender EA. et al. (13).



Figuur 3:

Transoesofageale echocardiografie: turbulente bloedstroom als gevolg van een stenose van de linker vena pulmonalis superior. Ook de pieksnelheid en de druk in de ader zijn verhoogd. Die longader kan makkelijk in beeld worden gebracht, maar de andere en vooral de rechterlongaders zijn moeilijk te analyseren met een echocardiografie.



ernst, een droge hoest en, in ernstige gevallen, hemoptyse. De beste onderzoeken om de anatomie van de longaders te evalueren en een longaderstenose te detecteren als men eraan denkt, zijn een **CT-scan of MRI van het hart (Figuur 2)**. Er bestaan nog andere beeldvormingstechnieken om een longaderstenose op te sporen, maar die zijn duidelijk minder goed. Een perfusiescintigrafie heeft maar beperkte waarde bij de detectie van een lichte longaderstenose en is enkel betrouwbaar in geval van een matig ernstige tot ernstige stenose. In vergelijking met een CT-scan en een flebografie brengen perfusiestudies pas een verminderde doorbloeding in beeld als het lumen met meer dan 60% vernauwd is. Bij een bewezen stenose van minder dan 50% worden geen perfusieafwijkingen gezien (6).

Echocardiografie toont soms een turbulente bloedstroom en hoge snelheden in de vernauwde longader (**Figuur 3**). Dat wijst op een stenose, maar kwantitatieve meting van de stenose is moeilijk of onmogelijk.

Tabel 1:

Classificatie van longaderstenose volgens de HRS/EHRA.

Lichte stenose	< 50%
Matig ernstige stenose	50-70%
Ernstige stenose	> 70%

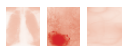
HRS: Heart Rhythm Society

EHRA: European Heart Rhythm Association

Ervaring van de ADVICE-studie

Context van de studie

Een recidief van atriumfibrillatie na ablatie is meestal toe te schrijven aan een reconnectie van de longaders. Tijdens de ablatie kan met een adenosinetest de longader worden opgespoord waarvan een latere reconnectie dreigt op te treden. Een longader die tijdens de test tijdelijk reconnecteert, vertoont wat een 'slapende geleiding' wordt genoemd. Dat is onderzocht in de prospectieve ADVICE-



studie (*Adenosine Following Pulmonary Vein Isolation to Target Dormant Conduction Elimination*) [7]. De studie werd geleid door dr. L. Macle van het Instituut voor Cardiologie in Montreal. Het is een **grote, prospectieve, multicentrische studie bij 534 patiënten die is uitgevoerd om na te gaan of een 'slapende' geleiding beter kan worden opgespoord door intraveneuze toediening van adenosine tijdens een ablatie voor paroxysmale atriumfibrillatie. Het betreft een onmiddellijke reconnectie nog tijdens de procedure van de longader die net werd uitgeschakeld en gedeconnecteerd. Zo'n slapende geleiding wordt teruggevonden bij de helft van de patiënten en moet worden uitgeschakeld. Daartoe zijn extra ablaties rond de longader vereist tot de farmacologische test negatief is. De hypothese van de vorsers is dat een slapende geleiding een recidief van klinische ritmestoornissen voorspelt.** Om dat te onderzoeken, werden de patiënten met een slapende geleiding (n = 401) in een 1-1-verhouding in 2 groepen gerandomiseerd. Groep 1: voortzetting van de ablaties tot verdwijnen van de slapende geleiding en groep 2: geen extra ablatie. De patiënten zonder slapende geleiding werden parallel in een register gevolgd. De studie heeft de werkhypothese bevestigd. 69,4% van de patiënten bij wie een ablatie werd uitgevoerd tot verdwijnen van de slapende geleiding, heeft geen atriumfibrillatie meer vertoond gedurende 91 tot 365 dagen na de ablatie. Bij circa 60% van patiënten van groep 2 is een recidief opgetreden. **Uitschakeling van de slapende geleiding heeft geleid tot een absolute stijging van het slaagpercentage met 14%, zonder significante toename van het periprocedurale risico.**

Evaluatie van de incidentie van longaderstenose

Om een slapende geleiding uit te schakelen, moet men de ablaties voortzetten tot het antwoord op een adenosine-injectie negatief is. Dat zou echter het risico op stenose van een longader kunnen verhogen en een negatieve invloed kunnen hebben op het nut van de techniek. In de ADVICE-studie is dan

Tabel 2:

Epidemiologische gegevens van de patiënten bij wie een longaderstenose is opgespoord in de ADVICE-studie.

Epidemiologische gegevens (n = 197)

Leeftijd (jaar)	59,5 [5,4-46,1]
Slapende geleiding en extra ablaties (n, %)	79 (40,1)
Slapende geleiding zonder extra ablaties (n, %)	73 (37,1)
Geen slapende geleiding (n, %)	45 (22,8)
Duur van de procedure (min.)	159 [110-208]
Cumulatieve duur van de ablaties (min.)	44 (27-64)

ook gezocht naar een longaderstenose na de ablatiesessies. In 2020 zijn de resultaten over 197 patiënten gepubliceerd (**Tabel 2**). Dat is de grootste multicentrische studie tot nog toe die deze complicatie heeft geëvalueerd [8]. Een longaderstenose werd opgespoord door systematische beeldvorming van de linkervorkamer en de longaders door middel van een MRI- of CT-scan van de thorax vóór ablatie en 90 dagen na de ablatie (**Figuur 4**). Bij 131 patiënten is een MRI uitgevoerd, bij 63 een CT-scan en bij enkele beide onderzoeken voor en na ablatie. De keuze van het onderzoek werd overgelaten aan de hoofdonderzoeker. 79 patiënten met een slapende geleiding die werden gevolgd met beeldvormingsonderzoek werden gerandomiseerd naar ablatie en bij 73 patiënten werden geen extra ablaties uitgevoerd.

In totaal zijn niet minder dan 573 longaders onderzocht op een stenose bij patiënten van gemiddeld circa 59 jaar. De beelden waren over het algemeen van goede kwaliteit, maar 54 rechterlongaders en 75 linkerlongaders werden bij de analyse uitgesloten gezien de slechte beelddefinitie. Ook is een correlatie tussen onderzoekers vastgesteld. De metingen uitgevoerd door de verschillende onderzoekers, die overigens niet op de hoogte waren van de andere gegevens, waren zeer vergelijkbaar (correlatiecoëfficiënt 0,92).

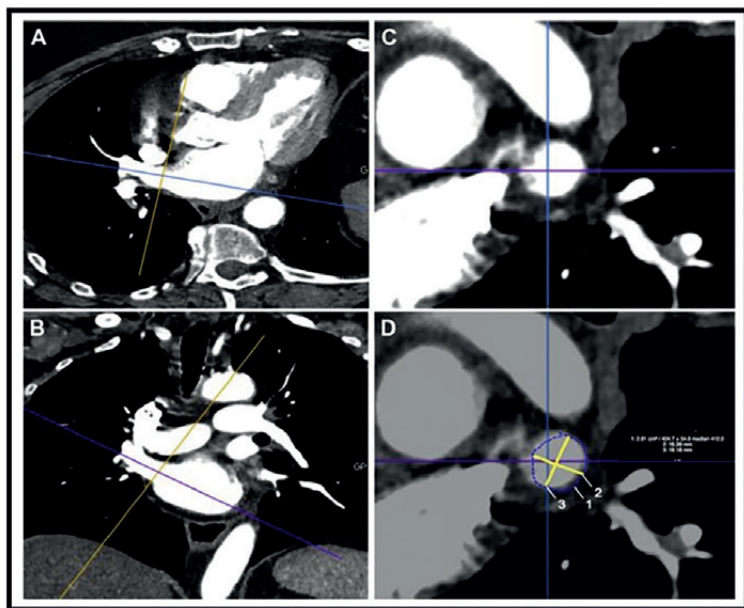
Bij een tweede CT-scan of MRI werd een longaderstenose vastgesteld bij 20,8% van de patiënten (8,2% van de behandelde longaders). Er werd echter geen enkele ernstige stenose

gezien. Geen enkele patiënt had symptomen en er diende nooit een revascularisatieprocedure te worden uitgevoerd. De longaderstenose was meestal (7,3% van de behandelde longaders) licht. In de ADVICE-studie zijn stenosen vooral waargenomen bij patiënten met een gemeenschappelijk ostium. Een matige stenose werd enkel gezien in de linker vena pulmonalis inferior. De sterkste daling van de diameter werd gemeten in de rechterlongaders. De daling van de diameter was over het algemeen vergelijkbaar bij de verschillende metingen: oppervlakte op doorsnede of diameter zoals gemeten bij MRI of CT-scan, ook al werd de ernst in 4 gevallen onderschat bij meting van de diameter van de kleine as van de longader (**Figuur 5**).

Het is niet duidelijk bewezen dat bepaalde longaders makkelijker een stenose ontwikkelen dan andere. Volgens sommige studies treedt vaker een longaderstenose op in de bovenste longaders en de linker vena pulmonalis inferior [9, 10]. Uitgebreidere ablaties zijn vaak nodig om de linker vena pulmonalis superior te isoleren, vooral dicht bij het ligament van Marshall. Gezien de vrij craniale oriëntatie van die longader en de ligging van het linker auriculum moet de vaak instabiele katheter in die positie naar het veneuze ostium worden gericht [11]. Dat zou een gedeeltelijke verklaring kunnen vormen voor de waargenomen gevallen van longaderstenose, ook al is geen prospectief onderzoek verricht om het onderliggende mechanisme te ontrafelen. De hogere frequentie van stenose van de linker vena pulmonalis

Figuur 4:

Meting van de diameter van de longaders. Grote as van de longader op coronale (A) en axiale (B) coupes. Zicht op de diameter van het lumen (C). (D) Metingen op een transversale coupe van het circumferentiële oppervlak (1) en afstand tussen de kleine en de grote as (2 en 3) van de longaders. Naar Samuel M. et al. (8).



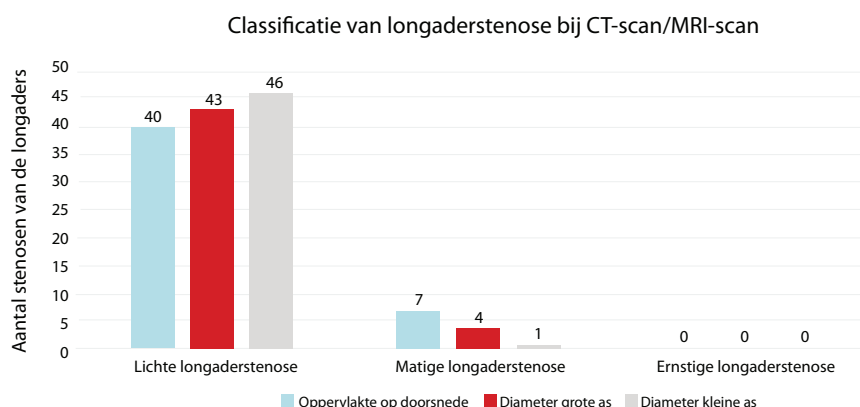
inferior is mogelijk toe te schrijven aan de kleine diameter van die longader.

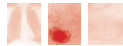
In de ADVICE-studie is ook gezocht naar voorspellers van een longaderstenose, ondanks het kleine aantal gevallen. Bij multivariate analyse **correleerde enkel diabetes mellitus met een statistisch significant hoger risico** (OR: 4,91, 95% BI: 1,45-16,66) (Tabel 3). Verrassend is dat geen correlatie is vastgesteld met andere klinische of per-procedurale variabelen zoals de energie van de geleverde radiofrequentie en de duur van de procedure, hoewel die doorgaans toch als risicofactoren worden beschouwd. Er is evenmin een correlatie gevonden tussen de initiële diameter van de longader (groot of klein) en het risico op vernauwing (Tabel 4).

Het is niet duidelijk welke rol diabetes speelt, maar diabetes veroorzaakt vaak micro- en macrovasculaire complicaties, die elektrische en structurele afwijkingen van de voorkamers kunnen teweegbrengen. Die veranderingen van de architectuur hangen overigens nauw samen met atriumfibrillatie én met het risico op CVA. Fibreuze remodelering van het atriale weefsel en een eventuele endotheeldisfunctie zijn zeker factoren die het risico op longaderstenose tijdens een ablatie zouden kunnen verhogen. Er blijkt een correlatie te bestaan tussen diabetes en pulmonale arteriële hypertensie, wat de vatbaarheid voor stenose verhoogt. Andere groepen hebben resultaten gepubliceerd die min of meer vergelijkbaar zijn met die van de ADVICE-studie. Raeisi-Giglou et coll. hebben in 2018 de resultaten gepubliceerd van meer dan 10.000 ablaties voor atriumfibrillatie die tussen 2000 en 2015 in Cleveland waren uitgevoerd. 52 patiënten (0,5% van de gevolgde populatie) hebben een ernstige longaderstenose (in totaal 63 longaders) ontwikkeld. Een interessante vaststelling is nog dat het in meer dan 90% van de gevallen ging om de linkerlongaders. Een stenose van het gemeenschappelijke ostium is slechts in 6% van de gevallen gezien. De gemiddelde leeftijd van de cohort was vrij

Figuur 5:

Vergelijking van de percentuele stenose gemeten volgens de oppervlakte op een dwarsdoorsnede, de diameter van de grote as en de diameter van de kleine as van een longader. Bij meting van de oppervlakte op een doorsnede werd vaker een matig ernstige stenose waargenomen (2 longaders). Bij meting van de diameter van de kleine as van de longader werd de ernst van de stenose in 4 longaders onderschat. Naar Samuel M. et al. (8).



**Tabel 3:**

Evaluatie van voorspellers van longaderstenose in de ADVICE-studie. Resultaten van uni- en multivariate analyse. Enkel diabetes correleerde met het risico op longaderstenose.

Voorspellers van longaderstenose

	OR (95% BI) – p-waarde
Univariate analyse	
Slapende geleiding + extra ablaties	0,94 [0,4-2,21] – 0,89
Slapende geleiding zonder extra ablaties	0,64 [0,25-1,59] – 0,34
Geen slapende geleiding	1,11 [0,47-2,63] – 0,81
Multivariate analyse	
Diabetes	4,91 [1,45-16,60] – 0,01

laag, 56 jaar. De patiënten vertoonden geen belangrijke comorbiditeit. 85% van de patiënten waren mannen (12). In een substudie van de ADVICE-studie was de gemiddelde leeftijd bijna 60 jaar en was 70% van de cohortte van het mannelijke geslacht. De groep van D. Packer heeft een reeks van 113 patiënten met een ernstige longaderstenose gepubliceerd die tussen 2000 en 2014 waren behandeld (13). De patiënten met een stenose waren gemiddeld $50 \pm 11,4$ jaar oud en vertoonden nagenoeg geen comorbiditeit. Opnieuw werd vaker een stenose vastgesteld van de linker-longaders (64% van het totale aantal stenosen). Zeer interessant is dat de gemiddelde tijd tussen het optreden van symptomen en de diagnose van longaderstenose vrij lang was: $4,4 \pm 5,4$ maanden.

Noch in de ADVICE-studie noch in de andere publicaties is gezocht naar de klinische gevolgen op langere termijn van een lichte of matig ernstige longaderstenose. Die zijn dus niet bekend.

Behandeling van longaderstenose

In de ADVICE-studie is geen enkele revascularisatieprocedure uitgevoerd. De stenosen waren immers hooguit matig ernstig en hadden geen klinische weerslag. Het zeer lage risico van longaderstenose zoals waargenomen in de studie, bestaat evenwel buiten het gebruikte farmacologische protocol. De indicaties voor ablatie zijn sterk toegenomen en nu worden ook ablaties verricht bij moeilijke gevallen, patiënten met meerdere comorbiditeiten en een langer

aanhoudende atriumfibrillatie, waarvoor uitgebreide ablaties vereist zijn en bij wie de ablatiesessies soms moeten worden herhaald. Die patiënten lopen dan ook een hoger risico op complicaties: tamponnade, CVA en uiteraard longaderstenose. De symptomen zijn niet specifiek en de eventuele radiologische afwijkingen worden ook gezien bij andere, frequentere aandoeningen zoals pneumonie en kanker. Dat heeft gevolgen voor de behandeling, aldus meerdere auteurs. In een publicatie werd bij 41 (33%) patiënten met een ernstige longaderstenose eerst verkeerdelijk een diagnose van pneumonie, bronchitis of vermoeden van kanker gesteld, waar onnodige behandelingen werden voorgeschreven (antibiotica...) en onnodige diagnostische tests werden uitgevoerd (bronchoscopie, biopsies...). Daardoor kon de behandeling pas veel later worden gestart (13). **Een longaderstenose kan reageren op de behandeling als de diagnose tijdig wordt gesteld. Maar als de diagnose laat wordt gesteld, is de evolutie slecht en zijn de morbiditeit en de sterfte hoog. De eerstelijns therapie bij een longaderstenose bestaat uit stenting met een endoprothese** (13, 14) (**Figuur 6**). Stenting zorgt voor een betere doorgankelijkheid van de longader op lange termijn. In geval van een volledige veneuze occlusie is een percutane interventie

Tabel 4:

Verband tussen de diameter van de longader (basale toestand) en de incidentie van stenose. De diameter van de longader voorspelt het risico op stenose niet.

Vena pulmonalis	Oppervlakte op dwarsdoorsnede (OR 95% BI) p-waarde	Diameter van de grote as (OR 95% BI) p-waarde	Diameter van de kleine as (OR 95% BI) p-waarde
Gemeenschappelijk ostium	0,79(0,24-2,56) P = 0,69	0,87(0,65-1,17) P = 0,36	1,01(0,67-1,52) P = 0,98
VPSD	1,74(0,72-4,21) P = 0,22	1,08(0,82-1,43) P = 0,60	1,17(0,87-1,58) P = 0,29
VPID	0,97(0,33-2,85) P = 0,95	0,85(0,65-1,12) P = 0,26	1,06(0,77-1,44) P = 0,74
VPSG	0,78(0,17-3,44) P = 0,74	0,92(0,69-1,23) P = 0,57	0,95(0,72-1,25) P = 0,72
VPIG	0,36(0,12-1,02) P = 0,06	0,87(0,73-1,03) P = 0,11	0,90(0,75-1,08) P = 0,26

VPSD: vena pulmonalis superior dextra; VPID: vena pulmonalis inferior dextra; VPS: vena pulmonalis superior sinistra; VPI: vena pulmonalis inferior sinistra.

Figuur 6:

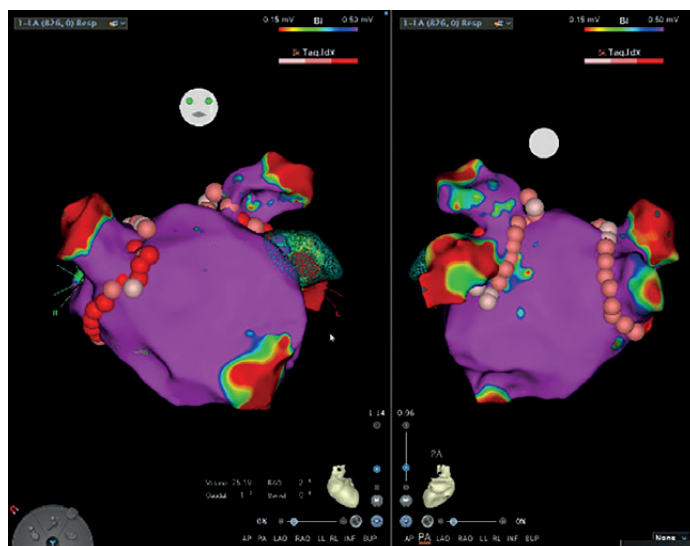
Radiologisch beeld van een stent na angioplastiek van een sterk vernauwde longader.



Figuur 7:

3D-reconstructie van de linkervoorkamer met het CARTO-systeem (Biosense Webster).

De kleuren geven het voltage van de voorkamer weer: paars = normaal voltage, rood = aanwezigheid van een litteken; de andere kleuren wijzen op intermediaire voltages. De lussen geven de letsels weer die rond de longaders werden aangebracht. De isolatie bestaat uit ablaties buiten de (meer antrale), tegen elkaar liggende longaders met behandeling van 2 aders per keer. De afstand tussen de ablatielijnen en de eigenlijke ader is belangrijk voor de veiligheid en verkleint het risico op stenose. Tegen elkaar liggende letsels verlagen het risico op slapende geleiding en reconnectie. Beeld rechts: vooraanzicht van de linker voorkamer. Beeld links: achteraanzicht.

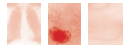


echter niet meer mogelijk. Daarom moeten patiënten na een ablatie voor atrium-fibrillatie met symptomen die compatibel zijn met een longaderstenose, aandachtig worden gevolgd teneinde de diagnose tijdig te stellen en snel te behandelen.

Hoe kunnen we het risico op longaderstenose verkleinen?

Bij de eerste ablaties is veel vaker een longaderstenose gezien. Dat risico blijkt nu echter zeer laag te zijn geworden. Intuïtief zou men zeggen dat het risico op longaderstenose kan worden verminderd door gebruik te maken van een lagere temperatuur en lagere energieniveaus en door minder vaak te 'schieten' tijdens de ablatie. De huidige procedures doen echter het tegendeel, en toch is het risico op longaderstenose < 1%. Als te weinig energie wordt afgeleverd, kan dat een nadelige invloed hebben op de effectiviteit van de procedure. Het is uiteraard belangrijk om het aantal ablatieprocedures zo laag mogelijk te houden, maar in geval van recidief is veelal een nieuwe interventie vereist. In de ADVICE-studie is geen enkel geval van ernstige longaderstenose gerapporteerd, wat zeer bemoedigend is. De hemodynamische en klinische gevallen van een kleine inkrimping van het oppervlak en de diameter van de longader en de evolutie op lange termijn zijn niet bekend. Elementen die de veiligheid van een ablatie hebben verbeterd, zijn het niet uitvoeren van ablaties in de longaders of te dicht bij de ostia (de voorkeur geven aan meer antrale ablaties - **Figuur 7**), een betere controle van de distributie van de afgeleverde energie, vooral door gebruik van katheters die worden gespoeld en feedback geven over de kracht, of een cryoballoon, betere beeldvormingstechnieken zoals systematisch gebruik van 3D-systemen (**Figuur 7**) of intracardiale echografie in bepaalde centra [15].

Ook de ervaring van de arts is van doorslaggevend belang. Met de komst van nieuwe energiebronnen zoals elektroportatie zouden de resultaten nog kunnen verbeteren.



Die revolutionaire technologie maakt gebruik van een elektrisch veld dat specifieke letsels in de doelweefsels veroorzaakt. Volgens de eerste gegevens is die nieuwe techniek niet alleen effectief, maar ook veilig en veelbelovend. Het veneuze weefsel en de omgevende organen zoals de slokdarm worden immers gespaard [16].

Conclusie

De incidentie van longaderstenose blijft gelukkig zeer laag, hoewel alsmaar moeilijker gevallen van atriumfibrillatie worden behandeld met ablatie. Dat wordt bevestigd door de ADVICE-studie, vooral in de groep met een slapende geleiding waarin extra ablaties zijn uitgevoerd. De belangrijkste risicofactor is diabetes. In de ADVICE-studie is geen enkel geval van ernstige longaderstenose waargenomen, maar dat blijft toch een geduchte complicatie na ablatie voor atriumfibrillatie. De klinische presentatie van een longaderstenose is over het algemeen aspecifiek. De diagnose is dan ook moeilijk te stellen. Alle gezondheidswerkers die zich bezighouden met patiënten die een ablatie voor atriumfibrillatie hebben ondergaan, moeten de symptomen van longaderstenose kennen teneinde de diagnose tijdig te kunnen stellen en de patiënt snel te kunnen behandelen. Als een longader volledig verstopt is, is een percutane interventie nagenoeg onmogelijk.

Referenties

1. ESC Guidelines for the diagnosis and management of atrial fibrillation developed in collaboration with the European Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *European Heart Journal* 2020;42:373-498.
2. Maan, A., Shaikh, A. Y., Mansour, M., Ruskin et al. Complications from catheter ablation of atrial fibrillation: a systematic review. *Critical Pathways in Cardiology* 2011;10:76-83.
3. Chen SA, Hsieh MH, Tai CT, et al. Initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating from the pulmonary veins: electrophysiological characteristics, pharmacological responses, and effects of radiofrequency ablation. *Circulation* 1999;100:1879-86.
4. Barrett, C. D., Di Biase, L., Natale, A. How to identify and treat patient with pulmonary vein stenosis post atrial fibrillation ablation. *Current Opinion in Cardiology*, 2009;24:42-9.
5. A. Rostamian, L. Thomson, R. J. Siegel. The incidence, diagnosis, and management of pulmonary vein stenosis as a complication of atrial fibrillation ablation *J Interv Card Electrophysiol* 20014;40:63-74.
6. Nanthakumar, K., Mount, J. M., Plumb, V. J. et al. Functional assessment of pulmonary vein stenosis using radionuclide ventilation/perfusion imaging. *Chest* 2004;126:645-51.
7. Macle L, Khairy P, Weerasooriya R et al. ADVICE trial investigators. Adenosine-guided pulmonary vein isolation for the treatment of paroxysmal atrial fibrillation: an international, multicentre, randomised superiority trial. *Lancet* 2015;15:386(9994):672-9. doi: 10.1016/S0140-6736(15)60026-5.
8. Samuel M., Khairy, P., Mongeon J-F et al. Pulmonary vein stenosis after atrial fibrillation ablation: insights from the ADVICE Trial. *Canadian Journal of Cardiology* 36 (2020) 1965e197.
9. Oral, H., Knight, B. P., Tada, H. et al. Pulmonary vein isolation for paroxysmal and persistent atrial fibrillation. *Circulation* 2002;105:1077-81.
10. Saad, E., Rossillo, A., Saad, C. P. et al. Pulmonary vein stenosis after radiofrequency ablation of atrial fibrillation: functional characterization, evolution, and influence of the ablation strategy. *Circulation* 2003;108:3102-7.
11. Ho SY, Cabrera JA, Sanchez-Quintana D. Left atrial anatomy revisited. *Circ Arrhythm Electrophysiol* 2012;5:220-228. doi: 10.1161/CIRCEP.111.962720
12. Raeisi-Giglou P, Wazni OM, Saliba WJ et al. Outcomes and management of patients with severe pulmonary vein stenosis from prior atrial fibrillation ablation. *Circ Arrhythm Electrophysiol* 2018;11:e006001.
13. Fender EA, Widmer RJ, Hodge DO et al. Severe pulmonary vein stenosis resulting from ablation for atrial fibrillation: presentation, management, and clinical outcomes. *Circulation* 2016;134:1812-21.
14. Neumann T, Sperzel J, Dill T, Kluge A, et al. Percutaneous pulmonary vein stenting for the treatment of severe stenosis after pulmonary vein isolation. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2005;16:1180-8.
15. Lee, G., Sparks, P. B., Morton, J. B. et al. Low risk of major complications associated with pulmonary vein antral isolation for atrial fibrillation: results of 500 consecutive ablation procedures in patients with Low prevalence of structural heart disease from a single center. *Journal of Cardiovascular Electrophysiology* 2011;22:163-8.
16. Reddy VY, Dukkupati SR, Neuzil P et al. Pulsed Field Ablation of Paroxysmal Atrial Fibrillation: 1-Year Outcomes of IMPULSE, PEFCAT, and PEFCAT II. *JACC: Clinical Electrophysiology* 2021;7(5):614-27. doi.org/10.1016/j.jacep.2021.02.014