

**Tomas Jogestrand**, adjungerad professor, verksamhetschef, fysiologkliniken, Huddinge Universitetssjukhus  
**Magnus von Arbin**, MD, överläkare, medicinkliniken, Danderyds sjukhus  
**David Bergqvist**, professor, kirurgkliniken, Akademiska sjukhuset, Uppsala  
**Anders Lilja**, docent, överläkare, neuroradiologiska avdelningen, Karolinska sjukhuset, Stockholm  
**Melker Lindqvist**, docent, överläkare, neuroradiologiska avdelningen, Karolinska sjukhuset, Stockholm  
**Thomas Mätzsch**, docent, överläkare, kliniken för kärlsjukdomar, Universitetssjukhuset MAS, Malmö  
**Bo Norrving**, professor, överläkare, neurologkliniken, Universitetssjukhuset, Lund  
**Jacek Nowak**, docent, överläkare, fysiologkliniken, Huddinge Universitetssjukhus  
**Thomas Troëng**, docent, verksamhetschef, kirurgkliniken, Blekingesjukhuset, Karlskrona  
**Nils Gunnar Wahlgren**, docent, överläkare, neurologiska kliniken, Karolinska sjukhuset, Stockholm

Tomas Jogestrand, Magnus von Arbin, David Bergqvist, Anders Lilja, Thomas Mätzsch, Bo Norrving, Thomas Troëng och Nils Gunnar Wahlgren är ledamöter av Svenska kvalitetskommittén för karotiskirurgi

## Rekommendationer från Svenska kvalitetskommittén för karotiskirurgi

# Ultraljud bra preoperativ metod för gradering av karotisstenos

II Ultraljudstekniken (duplextekniken) är numera en etablerad diagnostisk metod vid misstänkta kärlsjukdomar [1]. Inte minst gäller detta vid diagnostik av symtomgivande karotisstenos [2]. Metoden bygger på att den uppmätta blodflödeshastigheten (m/s) relateras till den morfologiska diameterreduktionen. Denna korrelation är bestämd genom nomogram framtagna genom jämförelser mellan angiografisk bestämning av stenosgrad och ultraljudsmässigt uppmätta flödeshastigheter.

Tekniken har successivt förbättrats, vilket har ökat möjligheterna att fastställa stenosgraden med hjälp av uppmätta blodflödeshastigheter i stenosområdet. Stenosgraden är av avgörande betydelse för ställningstagandet till karotiskirurgi [3, 4]. Idag rekommenderas trombendartäktomi vid en symtomgivande stenos i arteria carotis interna på  $\geq 80$  procent. Denna rekommendation gäller om stenosgraden mätts med den metod som användes i multicenterstudien European Carotid Surgery Trial (ECST) [4], dvs genom att ange stenosgraden som diameterreduktion på platsen för stenosen enligt ekvationen: (uppskattad total lumendiameter – uppmätt kvarvarande lumendiameter/uppskattad total lumendiameter)  $\times$  100 procent. Det aterosklerotiska plackets sammansättning och utseende (bl a lipidinnehåll och ulceration) har troligen även ett inflytande på emboliseringspotentialen, men sambandet är inte lika entydigt.

Redan tidigt rapporterades om möjligheterna att i vissa fall helt förlita sig på ultraljudsundersökning inför ett kärlkirurgiskt ingrepp i karotisartärerna [5]. På senare år har flera ka-

### SAMMANFATTAT

Graden av karotisstenos, jämte kliniska symtom, utgör den viktigaste variabeln för ställningstagande till karotiskirurgi.

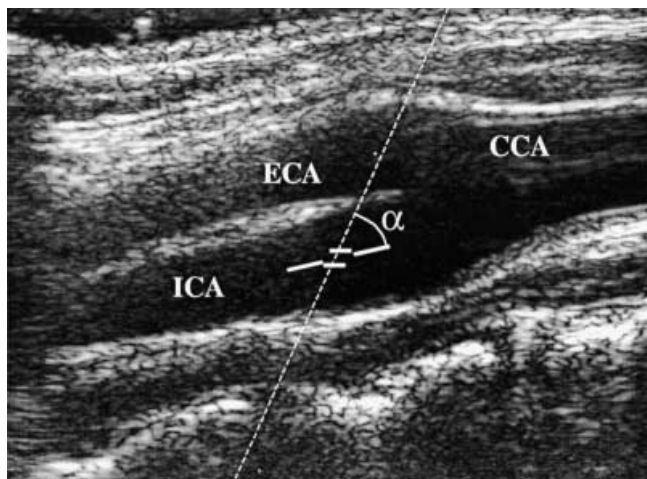
Idag rekommenderas trombendartäktomi vid symtomgivande stenos i a carotis interna på  $\geq 80$  procent.

Ultraljud används allt mer som enda preoperativa undersökningsmetod inför karotiskirurgi.

En svensk multicenterstudie visar att vissa tekniska aspekter på undersökningsförfarandet påverkar resultatet av stenosgradering vid ultraljudsundersökning.

På basen av studieresultaten presenterar den svenska kvalitetskommittén för karotiskirurgi rekommendationer för undersökningsteknik och kriterier för stenosgradering vid ultraljudsundersökning.

Tillfredsställande kvalitetskontroll av ultraljudsverksamheten – avseende undersökare, bedömare och apparatur – är en nödvändig förutsättning för att karotiskirurgi skall kunna baseras på enbart ultraljudsundersökning.



**Figur 1.** Flödeshastighetsbestämning i proximala a carotis interna med duplex teknik. Dopplerstrålen markerad som en streckad linje. CCA = a carotis communis. ICA = a carotis interna. ECA = a carotis externa.  $\alpha$  = vinkeln mellan flödesriktning och dopplerstrålens riktning (i detta fall 57°).

## II Fakta 1

### Dopplerekvationen

$f_d =$	$2 \times f \times v \times \cos \alpha / c$
$f_d =$	dopplerfrekvensen
$f =$	ultraljudsfrekvensen
$v =$	blodflödes hastigheten
$\alpha =$	vinkeln mellan flödesriktning och ultraljudsstrålens riktning
$c =$	ljudhastigheten

rotiscentra i allt större utsträckning avstått från preoperativ angiografi. Motiven har varit att ultraljudstekniken har rapporterats vara säker när det gäller att skilja höggradiga ( $\geq 80$  procent) karotisstenoser från måttliga ( $< 80$  procent) samt att man inte utsätter patienten för den komplikationsrisk som en karotisangiografi innebär (upp till ca 1 procent risk för allvarliga komplikationer) [6].

### Nationell multicenterstudie

År 1996 bildades den svenska kvalitetskommittén för karotiskirurgi med huvuduppgift att administrera det svenska multidisciplinära registret för karotiskirurgi [7]. Kommittén har också haft i uppdrag att initiera studier inom ämnesområdet och att utfärda rekommendationer för såväl utredning som behandling. Med anledning av den ovan beskrivna utvecklingen vad gäller preoperativ utredning beslöt kommittén att ge två av dess ledamöter i uppdrag att genomföra en nationell multicenterstudie. Syftet var att fastställa om duplex tekniken tillåter stenosgradering med tillräcklig noggrannhet för att göra det möjligt att basera karotiskirurgi på endast resultat från ultraljundsundersökning. Resultaten av studien har nyligen rapporterats [8] och skall här i korthet refereras.

Tio svenska karotiscentra deltog i studien, och 134 patienter, som av kliniska skäl bedömdes behöva genomgå karotisangiografi, rekryterades till studien. Ultraljundsundersökning med duplex teknik utfördes inom två månader före angiografi. Resultatet av ultraljundsundersökningarna rapporterades enligt ett gemensamt protokoll till fysiologkliniken på Hud-

## II Fakta 2

### Rekommenderade gränsvärden för $\geq 80$ procent stenosis i arteria carotis interna

Dopplervinkel	Maximal systolisk flödes hastighet
0–49°	$\geq 2,1$ m/s
50–60°	$\geq 3,2$ m/s

dinge Universitetssjukhus, där översända data kontrollerades och sammanställdes av en av studiekoordinatorerna. Angiografibilderna översändes till neuroradiologiska kliniken på Karolinska sjukhuset, där mätning av stenosgrad utfördes av den andra studiekoordinatör, varefter resultatet sammanställdes.

### Resultat

Studiens resultat visade att ultraljudstekniken fastställde graden av karotisstenos (höggradig eller måttlig) med hög sensitivitet och specificitet (88 respektive 86 procent).

Emellertid konstaterades även att tekniska aspekter på undersökningsförfarandet på ett betydelsefullt sätt påverkade resultatet av stenosgraderingen. Vinkeln mellan den utsända dopplerultraljundsstrålen och blodets strömningsriktning (dopplervinkeln; Figur 1) visade sig ha betydelse för det erhållna resultatet, utöver vad som beskrivs av den s k dopplerekvationen (Fakta 1). Detta förklaras sannolikt av den spektralbreddökning (ökad variation i hastighetsspektrum) som erhålls med numera använda ultraljudsgivare och som inte orsakas av variationer i blodkropparnas rörelsehastighet. Denna breddökning leder till en överskattning av flödes hastigheten, och överskattningen blir större med stora än med små dopplervinklar.

Som exempel kan nämnas att den maximala systoliska flödes hastighet som motsvarar stenosgraden 80 procent i a carotis interna var 2,1 m/s vid vinklar mellan 0 och 49° och 3,2 m/s vid vinklar mellan 50 och 62° när hastigheterna beräknades enligt erhållen multipel regressionsekvation. ROC (receiver operating characteristic)-analys visade även att möjligheten att skilja höggradiga ( $\geq 80$  procent) stenoser från måttliga ( $< 80$  procent) var signifikant bättre med små (0–49°) dopplervinklar än med stora (50–62°). Genom att använda dopplervinklar  $< 50^\circ$  erhöles en sensitivitet på 95 procent och en specificitet på 93 procent.

### Rekommendationer för ultraljundsundersökning

Med anledning av multicenterstudiens resultat rekommenderar kvalitetskommittén följande:

**Gränsvärden.** När stenosgraden skall bestämmas i a carotis interna med hjälp av ultraljunds(duplex)teknik bör om möjligt dopplervinklar  $< 50^\circ$  användas. Som gränsvärden för  $\geq 80$  procent stenosis bör flödes hastigheter enligt Fakta 2 användas. Om dessa kriterier används och om tillfredsställande kvalitetskontroll avseende apparatur och undersökare är implementerad kan karotiskirurgi baserad på enbart ultraljundsundersökning utföras. Lokal validering av ultraljudstekniken mot angiografi är önskvärd men förmodligen svår att åstadkomma.

**Ytterligare undersökning.** Kvalitetskommittén rekommenderar även att förnyad ultraljundsundersökning av den aktuella si-

dans karotisartärer utförs dagen eller dagarna före operationen och därvid utförs av annan undersökare än vid den initiala undersökningen. Detta minskar risken för operation på felaktig indikation (ej höggradig karotisstenos) alternativt tillkomst av ocklusion samt utgör ett led i den lokala kvalitetskontrollen.

**Rapportering av resultat.** Vid rapportering av ultraljudsundersökningens resultat skall alltid den använda dopplervinkeln anges tillsammans med flödes hastigheten. Noggrann kartläggning av kärlanatomien i operationsområdet är idag möjlig med ultraljudsteknik, varför kärlkirurgen i de allra flesta fall kan få den information som är nödvändig för att genomföra operationen.

**Vid osäkerhet.** Osäkerhet vid ultraljudsundersökningen (exempelvis på grund av suboptimala undersökningsbetingelser) bör alltid föranleda en komplettering, för närvarande i första hand med konventionell angiografi. Alternativa metoder är MR- eller DT-angiografi med kontrastmedel, som båda fortfarande är stadda i snabb teknisk utveckling [9].

**Flöde saknas.** Om något flöde inte kan upptäckas i a carotis interna med ultraljudsteknik föreligger med stor sannolikhet ocklusion. Denna slutsats förutsätter dock att undersökningen har utförts med maximal känslighet för dopplerfunktionen och med en inställning som medger upptäckt av mycket låga flödes hastigheter (vilket ses vid mycket täta karotisstenoser, s k preokklusioner).

Någon generell rekommendation om huruvida kompletterande diagnostik behövs eller inte när ultraljudsundersökningen visar tecken på ocklusion kan inte ges på grundval av den refererade multicenterstudien [8], eftersom den saknade statistisk styrka för denna frågeställning.

**Plackmorfologi.** Vad gäller bedömning av plackmorfologi med ultraljud föreligger idag inga säkra bevis för att en klassificering av placken (exempelvis låg- och högekogena) har betydelse för valet av terapi, även om antalet rapporter i riktning för betydelse ökar. Förhoppningsvis kommer en pågående europeisk multicenterstudie (ACSRS) att snart ge ytterligare vägledning [10].

### Slutsats

Sammanfattningsvis är fördelarna med att undvika karotisangiografi preoperativt betydande: minskad risk och minskat obehag för patienten samt minskade kostnader för sjukvården. En tänkbar nackdel med detta förfaringssätt, nämligen ökad risk för felaktig stenogradering, har av den refererade nationella multicenterstudien visats vara liten. En förutsättning för att karotiskirurgi skall kunna baseras på enbart ultraljudsundersökning är dock att ultraljudsverksamheten kvalitetskontrolleras.

\*

Potentiella bindningar eller jävsförhållanden: Inga uppgivna.

### Referenser

1. Lassvik C. Ultraljudsduplex värdefullt redskap i kärldiagnostik. *Läkartidningen* 2000;97:4983-90.
2. Jogestrand T, Bygdeman S. Ultraljudsdiagnostik av karotisstenoser. Kirurgi möjlig utan angiografisk kontroll? *Läkartidningen* 1994;91:505-7.
3. North American symptomatic carotid endarterectomy trial collaborators. Beneficial effect of carotid endarterectomy in symptomatic patients with high-grade stenosis. *N Engl J Med* 1998;339:1415-23.
4. European carotid surgery trialist's 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.
5. Crew JR, Dean M, Johnson JM, Knighten D, Bashour TT, Ellerson D, et al. Carotid surgery without angiography. *Am J Surg* 1984;148:217-20.
6. Hankey GJ, Warlow CP, Sellar RJ. Cerebral angiographic risk in mild cerebrovascular disease. *Stroke* 1990;21:209-22.
7. Wahlgren NG, Bergqvist D, Helenius ML, Holtås S, Jogestrand T, Lindqvist M, et al. Multidisciplinärt samarbete bakom kvalitetsregister för karotiskirurgi. God täckningsgrad under de första två verksamhetsåren. *Läkartidningen* 2000;97:1678-85.
8. Jogestrand T, Lindqvist M, Nowak J. (On behalf of the Swedish quality board for carotid surgery). Diagnostic performance of duplex ultrasonography in the detection of high-grade internal carotid artery stenosis. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2002;23:510-8.
9. Sundgren PC, Sundén P, Lindgren A, Lanke J, Holtås S, Larsson EM. Carotid artery stenosis: Contrast-enhanced MR angiography with two different scan times compared with digital subtraction angiography. *Neuroradiol* 2002;44:592-9.
10. Nicolaides AN. Asymptomatic carotid stenosis and risk of stroke: identification of a high risk group (ACSRS): a natural history study. *Int Angiol* 1995;14:21-3.

### SUMMARY

Ultrasound good preoperative method for evaluating degree of carotid stenosis

**Tomas Jogestrand, Magnus von Arbin, David Bergqvist, Anders Lilja, Melker Lindqvist, Thomas Mätzsch, Bo Norrving, Jacek Nowak, Thomas Troëng, Nils Gunnar Wahlgren**

*Läkartidningen* 2003;100:2443-5

The estimated degree of carotid stenosis is decisive for the selection of patients who would benefit from surgical treatment. Carotid thrombendarterectomy is recommended in patients with symptomatic  $\geq 80$  percent internal carotid artery stenosis (ECST method). Many vascular centers now often rely entirely on duplex ultrasonography to select the patients for carotid surgery. The results of a recently published Swedish multicenter study (Jogestrand et al., *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2002; 23:510-8) demonstrate that certain technical aspects of the ultrasound examination are of importance for the estimation of the degree of stenosis. Based on these results, the Swedish Quality Board for Carotid Surgery recommends the use of Doppler angle range specific cut off points for the peak systolic velocity in the internal carotid artery for identification of high-grade internal carotid artery stenosis: These cut off points are  $\geq 2.1$  m/s for insonation angles of 0-49° and  $\geq 3.2$  m/s for angles 50-60°. The angle of insonation should be kept as small as possible and should always be stated in the investigators report.

Correspondence: Tomas Jogestrand, Dept of Clinical Physiology, Huddinge Universitetssjukhus, SE-141 86 Stockholm, Sweden (tomas.jogestrand@labmed.ki.se)