

»Gated« myokardiescintigrafi: samtidig bestemmelse af hjertets perfusion og pumpefunktion

STATUSARTIKEL

Allan H.D. Johansen, Poul Flemming Højlund-Carlsen,
Henrik B. Jørgensen, Peter H. Bartram,
cand.scient. Annegrete Vejle, cand.scient. Svend Hvidsten &
Jens Marving

Der har været en rivende udvikling inden for nuklearkardiologi igennem de senere år. Som noget relativt nyt kan man ved ekg-synkroniseret, såkaldt *gated*, myokardiescintigrafi samtidigt bestemme venstre hjerteventrikels perfusion og pumpefunktion efter en enkelt i.v. injektion af et radiofarmakon. Baggrunden for dette er bl.a. udvikling af halv- og helautomatisk programmer, som gør det muligt at måle venstre ventrikels volumen og uddrivningsfraktion (*ejection fraction*, EF). Dette nuancerer vurderingen af perfusionen i myokardiet og øger derved den diagnostiske sikkerhed ved myokardiescintigrafi. Også i prognostisk henseende er det en forbedring, idet metoden »gratis« leverer funktionelle informationer, som har selvstændig klinisk betydning.

Hjertets pumpefunktion ved iskæmi

Ved dyreforsøg har man vist, at hjertermuskulens kontraktionsevne ophører næsten momentant i forbindelse med ligering af et koronar kar. Ved koronar angioplastik hos mennesker er det vist, at akut myokardieiskæmi (under balloninflation) på mindre end et minut inducerer en række iskæmiske manifestationer, som begynder med diastolisk dysfunktion efterfulgt af påvirket systolefunktion, iskæmiske ekg-forandringer og endelig angina pectoris, den såkaldte iskæmikaskade (1). Iskæmi, der er betinget af koronararteriesygdom, vil primært medføre regional dysfunktion af myokardiet, med eller uden reduktion af EF, mens en globalt påvirket funktion af myokardiet med fald i EF ses ved udbredt iskæmi. Dysfunktion af myokardiet er således et fundamentalt, men uspecifikt tegn på iskæmi. Det er derfor klinisk relevant ikke alene at vurdere myokardiets perfusion, men også de funktionelle forandringer, som er en tidlig følge af iskæmi.

»Gated« myokardiescintigrafi

Det radioaktive sporstofs optagelse i myokardiet afspejler perfusionen på injektionstidspunktet. Perfusionsfordelingen kan efterfølgende erkendes visuelt ved hjælp af et tomograferende gammakamera. Ved at ekg-synkronisere optagelsen kan hver hjertecyklus opdeles i en række intervaller eller billeder (2, 3). Der udføres sædvanligvis en optagelse i hvile og en under arbejdsbelastning (ergometercykling) eller farmakologisk stress. Undersøgelsen viser perfusionsforholdene på injektionstidspunktet (hvile eller belastning) og pumpefunktion på optagelsestidspunktet (hvile eller »post-stress«). Ud over den regionale perfusionsfordeling i venstre ventrikel kan vægbævelserne erkendes visuelt. Den

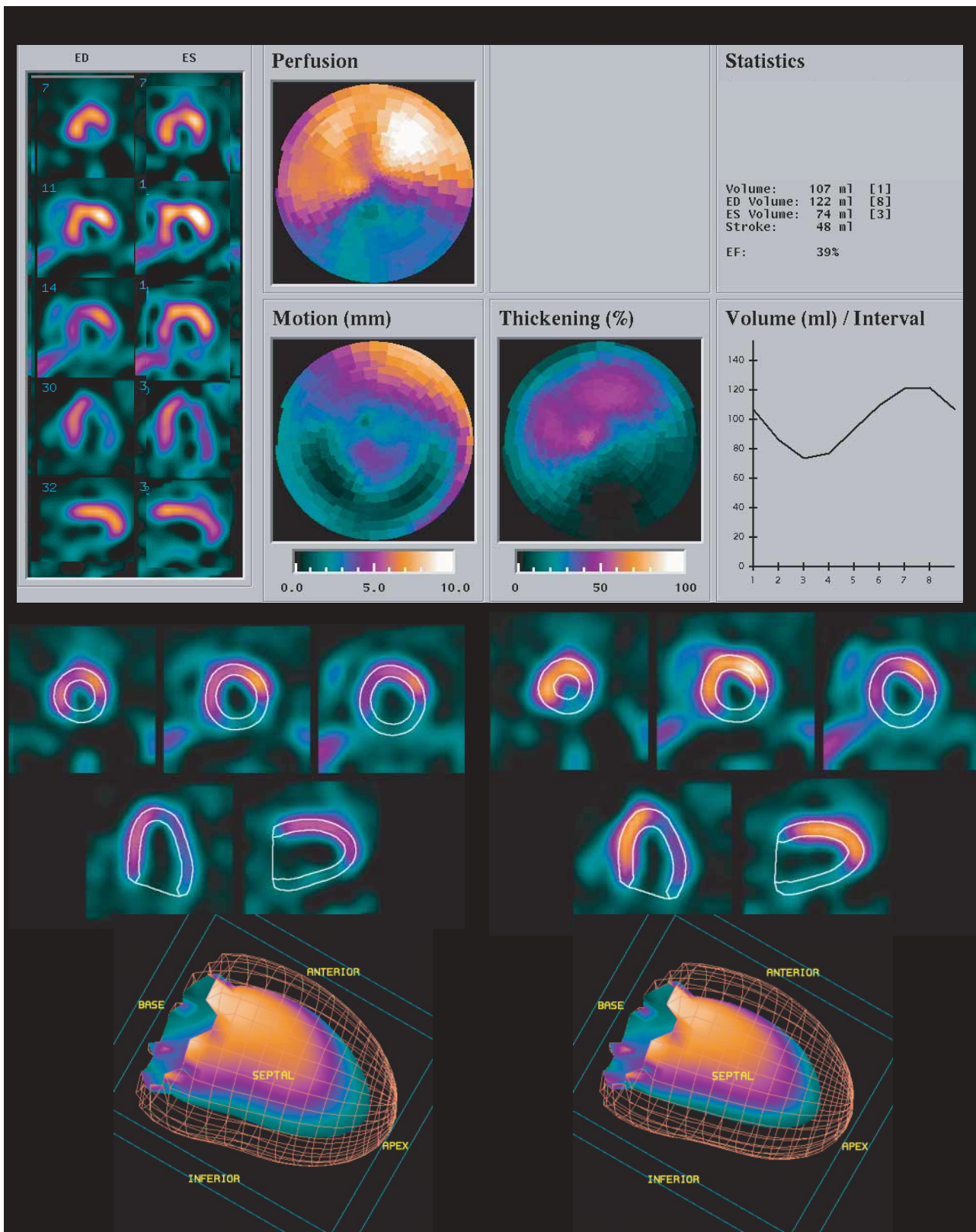
regionale systoliske pumpefunktion kan vurderes ud fra *wall-motion* (myokardievæggens bevægelser bedømt ud fra endokardiets bevægelser) og *wall-thickening* (fortykkelse af myokardievæggen i systolen, hvilket ses som en øgning af myokardiets intensitet). Ved at bestemme endokardiets kontur kan man måle slutsystolisk og slutdiastolisk volumen og dermed også slagvolumen (minutvolumen) og EF, der er et udtryk for den globale, systoliske pumpefunktion (Fig. 1).

Kvantitativ analyse

EF ved *gated* myokardiescintigrafi blev første gang bestemt i starten af 1990'erne ud fra manuelt optegnede diastole- og systolearealer, der var begrænset af venstre ventrikels indre kontur. Der findes nu software, der semi- eller fuldautomatisk beregner EF og volumina (3, 4). Ekg-synkronisering er som nævnt en forudsætning for *gated* myokardiescintigrafi, og et godt ekg-signal er derfor afgørende. Arytmier kan vanskeliggøre vurderingen af pumpefunktionen (5). Tidsopløsningen er lavere end ved ekkokardiografi og isotopkardiografi, typisk opdeles hjertecyklus i otte intervaller, men 16 intervaller er også muligt. Kvantificering af hjertets pumpefunktion kan udføres efter forskellige algoritmer, som bl.a. kan kategoriseres ud fra den billedbehandlingsteknik, der anvendes til at estimere endo- og epikardiets konturer/overflade. Ud fra disse algoritmer kan volumina og EF bestemmes. Ved at kombinere geometriske antagelser om venstre ventrikels facon med målinger af den aktuelle tredimensionale fremstilling af myokardiet er metoderne også brugbare i tilfælde af store perfusionsdefekter, som ellers gør det vanskeligt at definere endo- og epikardiekonturerne (3, 4). Den regionale *wall-motion* og *wall-thickening* vurderes oftest visuelt, men kvantificering er også mulig. *Wall-motion* måles (i mm) som distancen mellem et givet punkt i endokardiet i henholdsvis slutdiastole og slutsystole, mens *wall-thickening* bestemmes ud fra variationen (i procent) i tykkelsen af myokardievæggen i hjertecyklus fra diastole til systole.

Validering

Wall-motion og *wall-thickening* bestemt ved *gated* myokardiescintigrafi (bedømt såvel visuelt som kvantitativt) korrelerer tæt med ekkokardiografisk vurdering (2). Også EF-bestemmelse er veldokumenteret og viser stor overensstemmelse med en række andre metoder, fx isotopkardiografi med mærkede erythrocytter og ligevægtsteknik, førstestapageisotopkardiografi, ekkokardiografi, MR-scanning og kontrastventrikulografi (2-4, 6). Desuden er metoden reproducerbar, både hvad angår intra- og interobservatørvariation og fra institution til institution (2, 3). EF underestimeres i gennemsnit med 3-4 procentpoint (gældende for EF-værdier i intervallet 0,10-0,80). Der har været nogen uenighed om metodens anvendelighed til at bestemme EF hos patienter med store perfusionsdefekter (inklusive aneurismer). For volumenbestemmelse er der god korrelation og en høj re-



ED = slutdiastole; ES = sluttsystole; stroke = slagvolumen.

Fig. 1. Gated myokardiescintigrafi, som viser en inferior perfusionsdefekt med nedsat wall-motion og nedsat wall-thickening. Øverste halvdel viser polær diagrammer, som udtrykker: 1) graden af perfusionen i diastole (lyse nuancer = høj, mørke nuancer = lav perfusion), 2) wall-motion og 3) wall-thickening i venstre ventrikel. Til venstre herfor snitbilleder, der viser perfusionsforholdene i slutdiastole og sluttsystole. Til højre ses volumina og EF samt venstre ventrikels tidsvolumenkurve. Nederste halvdel viser snitbillederne i diastole (til venstre) og systole (til højre). Desuden ses en tredimensionel fremstilling af ventriklen, hvor endokardiet er vist som en skal, mens epikardiet er repræsenteret ved netstrukturen (slutdiastole til venstre, sluttsystole til højre).

producerbarhed mellem *gated* myokardiescintigrafi og førstestepassageisotopkardiografi (2). Det må dog bemærkes, at patientmaterialerne i de fleste valideringsstudier er beskedne og selekterede, hvorfor yderligere studier er nødvendige. Normalværdier for EF og volumenmålinger er for nylig fastlagt ud fra målinger hos 214 personer med lav sandsynlighed for iskæmisk hjertesygdom (7).

Klinisk anvendelse

Diagnostisk

Myokardiescintigrafi objektiviserer eventuel myokardieiskæmi, og man kan derfor (oftest) vha. den afgøre, om en patient har iskæmisk hjertesygdom eller ej. Iskæmi vil vise sig som hypoperfunderede områder, såkaldte perfusionsdefekter, der er lokaliseret i området distalt for den symptomgivende koronararteriestenose. Hvis der kun er iskæmi under belastning, er der tale om reversibel iskæmi. Hvis perfusionsdefekten findes både i hvile og under belastning, har patienten irreversibel iskæmi, hvilket oftest er udtryk for et tidligere infarkt, alternativt meget svær hypoperfusion.

Den diagnostiske sikkerhed kan øges ved at ekg-synkronisere gammakameraoptagelserne. Ved konventionel (*ungated*) myokardiescintigrafi kan artefakter, der er betinget af apikal udtynding eller vævsdæmpning, vise sig som irreversible perfusionsdefekter, der kan forveksles med reelle defekter, der er betinget af myokardieinfarkter. Hvis der ved en påvist defekt findes normal eller bevaret *wall-motion* og *wall-thickening* taler dette for et artefakt, mens manglende regional funktion omvendt tyder på en reel defekt. *DePuey & Rozanski* fandt, at antallet af falsk positive resultater blev reduceret fra 16% til 3% ved anvendelse af *gated* teknik (6). Også i andre arbejder har man vist, at *gated* myokardiescintigrafi gør, at det er nemmere i venstre ventrikels forvæg at genkende artefakter, der er betinget af strålingsdæmpning (*attenuation*) fra venstre mamma hos kvinder, eller artefakter i bagvæggen som følge af højtstående diaphragma.

Prognostisk

Nedsat EF efter myokardieinfarkt er en af de vigtigste prognostiske markører i det første år efter infarkt. Funktionsoplysninger fra *gated* myokardiescintigrafi er også prædiktorer for fremtidig *cardiac events* (8).

Påvisning af »hibernating« myocardium

Hibernation er en tilstand, der er karakteriseret ved persisterende dysfunktion af myokardiet som følge af svær hypoperfusion, men med bevarede vitale vævsfunktioner, som bevirker, at pumpefunktionen kan bedres, hvis iskæmien ophæves. Blandt patienter med betydende koronarsygdom og lav EF har det stor klinisk interesse at kunne påvise *hibernation*, fordi dette øger chancen for et godt resultat af koronar revaskularisering. Med de billeddiagnostiske metoder bør man derfor kunne skelne imellem vitalt (*viable*) myokardievæv, som kan genvinde sin funktion, og væv, der har mistet denne egenskab. PET, som viser forholdet mellem den regionale perfusion og metabolisme, betragtes som guldstandard til påvisning af *viability*. Myokardiescintigrafi (med eller uden nitroglycerinindgift) er også meget anvendt. Så-

ledes er optagelse af ^{201}Tl i myokardiet tegn på, at myocyttens cellemembran er intakt, mens akkumulation af $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -mærkede sporstoffer betyder, at mitokondrierne fungerer. *Ungated* SPECT med disse radiofarmaka giver en vis mulighed for at vurdere *viability* ud fra den relative optagelse i en perfusionsdefekt i hvile (3), men *gated* SPECT er sandsynligvis et godt/betere alternativ (2), da det desuden giver oplysning om den regionale *wall-motion* og *wall-thickening*. Bevaret regional funktion er tegn på *viability*, mens akinesi ikke udelukker dette. I sidstnævnte tilfælde kan der foretages stressoptagelse under lavdosisdobutamininfusion for at bestemme den kontraktile reserve ligesom ved ekkokardiografi (9). Der ligger fortsat en stor opgave i at belyse disse metoders anvendelighed til at forudsige den funktionelle gevinst efter revaskularisering.

Andre indikationer

Gated myokardiescintigrafi vil formodentlig kunne anvendes i udredningen af patienter med hjerteinsufficiens, specielt med henblik på at skelne mellem iskæmisk og ikke-iskæmisk kardiomyopati (2). Dog muliggør den temporale opløsning ikke diagnostik af diastolisk dysfunktion. Metoden kan endvidere anvendes ved præoperativ risikovurdering, idet oplysninger om iskæmigrad og -type samt EF er vigtige parametre i denne sammenhæng (3).

Som ved *ungated* myokardiescintigrafi ses der også med *gated* teknik perfusionsartefakter hos patienter med venstresidigt grenblok (betinget af abnorm funktion af septum interventriculare). Ved at anvende belastning med adenosin eller dipyridamol i stedet for ergometercyklung mindskes risikoen for falsk positive fund hos disse patienter.

EF og volumina bestemt efter belastning

Ved myokardiescintigrafi indgives det radioaktive sporstof under maksimal belastning, og billedoptagelsen udføres sædvanligvis 15-60 minutter senere. Perfusionsdataene viser forholdene på injektionstidspunktet, mens funktionsdataene afspejler forholdene på undersøgelsestidspunktet, altså i hvile eller rettere i poststress-situationen. Arbejdsbelastningsinduceret, svær iskæmi kan udløse forbigående funktionsforstyrrelser, som persisterer efter normalisering af perfusionen (post stress-*stunning*). Bestemmelsen af poststress-EF og slutsystolisk volumen giver supplerende prognostiske oplysninger hos patienter med formodet koronarsygdom (10).

Konklusion

Gated myokardiescintigrafi muliggør samtidig vurdering af venstre ventrikels perfusion og pumpefunktion. Både den regionale og globale pumpefunktion bestemmes i form af *wall-motion* og *wall-thickening* samt volumen og EF. Teknikken øger den diagnostiske sikkerhed ved myokardiescintigrafi og giver værdifulde prognostiske informationer.

Reprints not available. Correspondence to: *Allan H.D. Johansen*, Nuklearmedicinsk Afdeling, Odense Universitetshospital, DK-5000 Odense C.

Antaget den 10. oktober 2002.

Odense Universitetshospital, Nuklearmedicinsk Afdeling.

Ovenstående statusartikel hviler på en større litteraturregennemgang end litteraturlistens ti numre. Oplysninger om denne baggrundslitteratur kan fås hos forfatterne.

Litteratur

1. Nesto RW, Kowalchuk GJ. A. The ischemic cascade: temporal sequence of hemodynamic, electrocardiographic and symptomatic expression of ischemia. *Am J Cardiol* 1987;57:23C-30C.
2. Mansoor MR, Heller GV. Gated SPECT imaging. *Seminars in nuclear medicine* 1999;29:271-8.
3. Nichols K, dePuey EG. Regional and global ventricular function analysis with SPECT perfusion imaging. I: Zaret BL, Beller GA, eds. *Nuclear cardiology. State of the art and future directions*. Second edition. St. Louis: Mosby, 1999: kap. 14.
4. Germano G, Kiat H, Kavanagh PB, Moriel M, Mazzanti M, Su HT et al. Automatic quantification of ejection fraction from gated myocardial perfusion SPECT. *J Nucl Med* 1995;36:2138-47.
5. Nichols K, Dorbala S, dePuey EG, Yao SS, Sharma A, Rozanski A. Influence of arrhythmias on gated SPECT myocardial perfusion and function quantification. *J Nucl Med* 1999;40:924-34.
6. DePuey EG, Rozanski A. Using gated technetium-99m-sestamibi SPECT to characterize fixed myocardial defects as infarct or artefact. *J Nucl Med* 1995;36:952-5.
7. Rozanski A, Nichols K, Yao SS, Malholtra S, Cohen R, dePuey EG. Development and application of normal limits for left ventricular ejection fraction and volume measurements from 99mTc-sestamibi myocardial perfusion gated SPECT. *J Nucl Med* 2000;41:1445-50.
8. Kroll D, Farah W, McKendall GR, Reinert SE, Johnson LL. Prognostic value of stress-gated Tc-99m sestamibi SPECT after acute myocardial infarction. *Am J Cardiol* 2001;87:381-7.
9. Narula J, Dawson MS, Singh BK, Amanullah A, Acio ER, Chaudhry FA et al. Noninvasive characterization of stunned, hibernating, remodeled and nonviable myocardium in ischemic cardiomyopathy. *J Am Coll Cardiol* 2000;36:1913-9.
10. Sharir T, Germano G, Kavanagh PB, Lai S, Cohen I, Lewin HC et al. Incremental prognostic value of post-stress left ventricular ejection fraction and volume by gated myocardial perfusion single photon emission computed tomography. *Circulation* 1999;100:1035-42.

Defekter i den kirurgiske handskebarriere

Enkelt- eller dobbelthandsker

OVERSIGTSARTIKEL

Steen Lund Jensen

Resumé

Formålet med anvendelse af operationshandsker er at tilvejebringe en antimikrobiel barriere mellem operationspersonalets hænder og patientens væv. Afhængigt af operationens varighed og art samt bærerens funktion er handskeperforationer imidlertid hyppigt forekommende. Derudover kan hydrering af latexmembranen muligvis også medføre en risiko for transmission af mikroorganismer. Anvendelsen af to par handsker (dobbelthandsker) reducerer effektivt perforationsrisiko og hydrering af handskebarrieren. Nedsat fingerfærdighed og følesans er imidlertid hyppige indvendinger, som afholder mange kirurger fra at anvende dobbelthandsker, men som ikke synes at have større praktisk betydning. Hverken enkelt- eller dobbelthandsker har bevist deres effektivitet målt som reelt overførte infektioner, men det synes alligevel rationelt at opretholde en handskebarriere. Brug af dobbelthandsker kan anbefales som en simpel metode til forbedring af denne barrieres integritet.

Operationshandsker blev introduceret omkring 1890 med det oprindelige formål at beskytte operationspersonalet mod hudirriterende antiseptiske midler (1). Snart blev de dog anbefalet først som en beskyttelse af personalet mod infektion fra inficerede patienter, men siden hen primært som

beskyttelse af patienterne (2). Operationshandsker blev således universel praksis i løbet af det 20. århundrede som et led i den aseptiske kirurgiske teknik. Opdagelsen af hiv førte til, at man på ny fokuserede på operationspersonalet og den erhvervsbetingede smitterisiko. FDA definerer i dag kirurgiske handsker som engangsudstyr beregnet til at bære på hænderne som en barriere imod potentielt infektiøse materialer (<http://www.fda.gov/cdrh/dsma/135.html>, aug. 2001). Adskillige undersøgelser har imidlertid vist, at handsker ofte er defekte og dermed ikke særlig effektive barrierer. Anvendelsen af to par handsker (dobbelthandsker) anbefales fra flere sider som en simpel metode til forstærkning af handskebarrieren, men har ikke vundet særlig stor udbredelse, selv om dens effektivitet synes veldokumenteret.

Formålet med denne oversigt er at gennemgå årsager til utæthed i handskebarrieren og metoder til reduktion heraf, idet der fokuseres på anvendelsen af dobbelthandsker og de problemer, der knytter sig hertil.

Perforationer

Hyppighed

Afhængigt af kirurgisk speciale har 10-40% af alle operationshandsker huller, når de undersøges postoperativt (3-6). Den barriere, som beskytter handskebæreren, består imidlertid af begge handsker, og opgjort parvis er perforationsraten såvel teoretisk som i praksis højere (7). Patientens handskebarriere består af hele operationsteamets handsker. Da som regel mindst to personalemedlemmer deltager, er risikoen for lægning af denne barriere endnu større. Handskeperfora-