

Undersökning av ventrikeltömning med gammakamera

Kliniskt användbar, enhetlig metod nu fastställd

Sammanfattat

- Rubbningar i ventrikelns tömningsförmåga kan ses vid flera olika sjukdomstillstånd och ger upphov till varierande symtom.
- Ventrikelns tömningsförmåga bedöms bäst med nuklearmedicinsk teknik, som också möjliggör kvantifiering av tömningsförloppet.
- En enhetlig metod för undersökning av ventrikelns tömningsförmåga beskrivs. Kön- och åldersmatchade normalvärden anges.

Bedömning av ventrikelns tömningsförmåga är av intresse framför allt vid sjukdomar där den metabola balansen kräver en finreglerad depåfunktion med avseende på ventrikelns näringsinnehåll. Diabetes mellitus är en vanlig sjukdom där metabol kontroll ofta kräver kunskap om ventrikelns tömningsförmåga. Sådan kunskap är viktig när insulin ges i samband med måltid. Även vid andra tillstånd, som kronisk njurinsufficiens, intestinala strålningsskador, en del inlagringssjukdomar och intestinal pseudoobstruktion, har rubbningar i ventrikelns tömningsförmåga betydelse för patientens metabola kontroll.

Röntgenundersökning av ventrikeln kan påvisa en manifest retention, men någon kvantifiering av ventrikelns tömningsförmåga är inte möjlig. Den kvantitativa metod som använts mest vid vetenskapliga frågeställningar är gammakameraundersökning. Under åren har många rapporter publicerats om användning av denna metod med avseende på den normala tömningsprocessen och störningar vid olika sjukdomar samt påverkan av olika farmaka eller kirurgiska ingrepp.

Inte så mycket har emellertid redovisats om värdet av att undersöka ventrikelns tömningsförmåga i kliniska sammanhang, dvs där undersökningen bi-

drar till diagnostik och behandling beträffande en enskild patient. Ett problem är att varje laboratorium har haft sin egen variant av testet, vilket har gjort att direkta jämförelser mellan undersökningar vid olika centra varit vanskliga.

Åtta sjukhus har deltagit i metodutveckling

För att få en bredare bas och möjliggöra en värdering av testet vid olika kliniska tillstånd krävs samarbete mellan flera laboratorier. Detta arbete utgör ett gemensamt projekt för åtta sjukhus i landet där man har fastställt en kliniskt användbar, enhetlig metod för bestämning av ventrikelns tömningsförmåga efter intag av en fast måltid samt upprättat ett för diagnostik användbart normalmaterial.

MATERIAL OCH METODER

Den utarbetade metoden baseras på tidigare arbeten [1-3] och består i att försökspersonen äter en måltid som är standardiserad med avseende på energiinnehåll, näringsammansättning, vikt, radioaktiv markör och sedan undersöks på ett standardiserat sätt. Beräkningar görs med ett gemensamt datorprogram. Åtta undersökningscentra deltog i projektet, Centrallasarettet i Boden, Regionsjukhuset i Örebro, Karolinska sjukhuset i Stockholm, Universitetssjukhuset i Linköping, Sahlgrenska sjukhuset och Östra sjukhuset i Göteborg, Blekingesjukhuset i Karlskrona och Universitetssjukhuset i Lund. Varje enhet undersökte 20 friska försökspersoner för beräkning av normalvärden. Projektet tillstyrktes av samtliga lokala etiska kommittéer och isotopkommittéer.

Testmåltid med radioaktiv markör

Måltiden utgjordes av en omelett tillagad av två medelstora ägg (57,5–65,0 g), 100 ml mjölk (fetthalt 3 procent), 15 g vetemjöl och 5 g margarin samt som smaksättning lite salt och basilika. Som radioaktiv markör användes 15 MBq ^{99m}Tc-märkt makroaggregat albumin (Pulmonate; Amersham

International plc, Little Chalfont, UK), vilket tillsattes smeten och där bands till proteinet. Tillagningen skedde i ett enhetligt glaskärl i mikrovågsugn, 1 000 W under två minuter samt ytterligare en minut efter omrörning. Omelettens

Författare

PER GRYBÄCK

avdelningsläkare, avdelningen för diagnostisk radiologi och sektionen för nuklearmedicin, Karolinska sjukhuset, Stockholm
E-mail: grpe@adr.ks.se

MARIKA BAJC

docent, överläkare, fysiologiska kliniken, Universitetssjukhuset i Lund

GÖRAN GRANERUS

docent, överläkare, fysiologiska kliniken, Universitetssjukhuset, Linköping

EBBE LYRENÄS

med dr, överläkare, medicinkliniken, Blekingesjukhuset, Karlskrona

GERT HERMANSSON

biträdande överläkare, barnfysiologen, Östra sjukhuset, Göteborg

K W BECKMAN

sjukhusfysiker, nuklearmedicin, Regionsjukhuset, Örebro

ANDERS RÖNNBLUM

med dr, överläkare, medicinkliniken, Centrallasarettet, Boden

EVA OLSSON

avdelningsläkare, kliniskt fysiologiska avdelningen, Blekingesjukhuset, Karlskrona

ANDERS FERNSTRÖM

med dr, biträdande överläkare, njurmedicinska kliniken, Karolinska sjukhuset, Stockholm

HANS JACOBSSON

professor, överläkare, avdelningen för diagnostisk radiologi och sektionen för nuklearmedicin, Karolinska sjukhuset, Stockholm

PER M HELLSTRÖM

docent, överläkare, kliniken för gastroenterologi och hepatologi, Karolinska sjukhuset, Stockholm.

energiinnehåll uppgick till 1 300 kJ (310 kcal).

Måltiden intogs ur tillagningskärlet under högst tio minuter. Som måltidsdryck serverades 150 ml sockerhaltig saft med ett energiinnehåll om 290 kJ (70 kcal). Detta avsåg att göra måltidens komposition mer naturlig samt att förbereda testet för senare inmärkning av saften med en annan radioisotop och därmed möjliggöra samtidig bedömning även av den flytande fasens tömning.

Inmärkningens stabilitet verifierades på två sätt in vitro. Först med tillsats av 100 ml 0,1 M HCl; efter inkubering av måltiden i 120 minuter återfanns 1,5 procent av tillsatt aktivitet i supernatanten efter centrifugering. I det andra försökets lades små bitar ($\approx 0,5 \text{ cm}^3$) omelett i provrör med motsvarande mängd human magsaft (pH 2,3). Rören inkubades 60 och 120 minuter i 37°C. Efter centrifugering återfanns 1,4 procent respektive 2,3 procent av aktiviteten i supernatanten.

Skintigrafisk undersökning

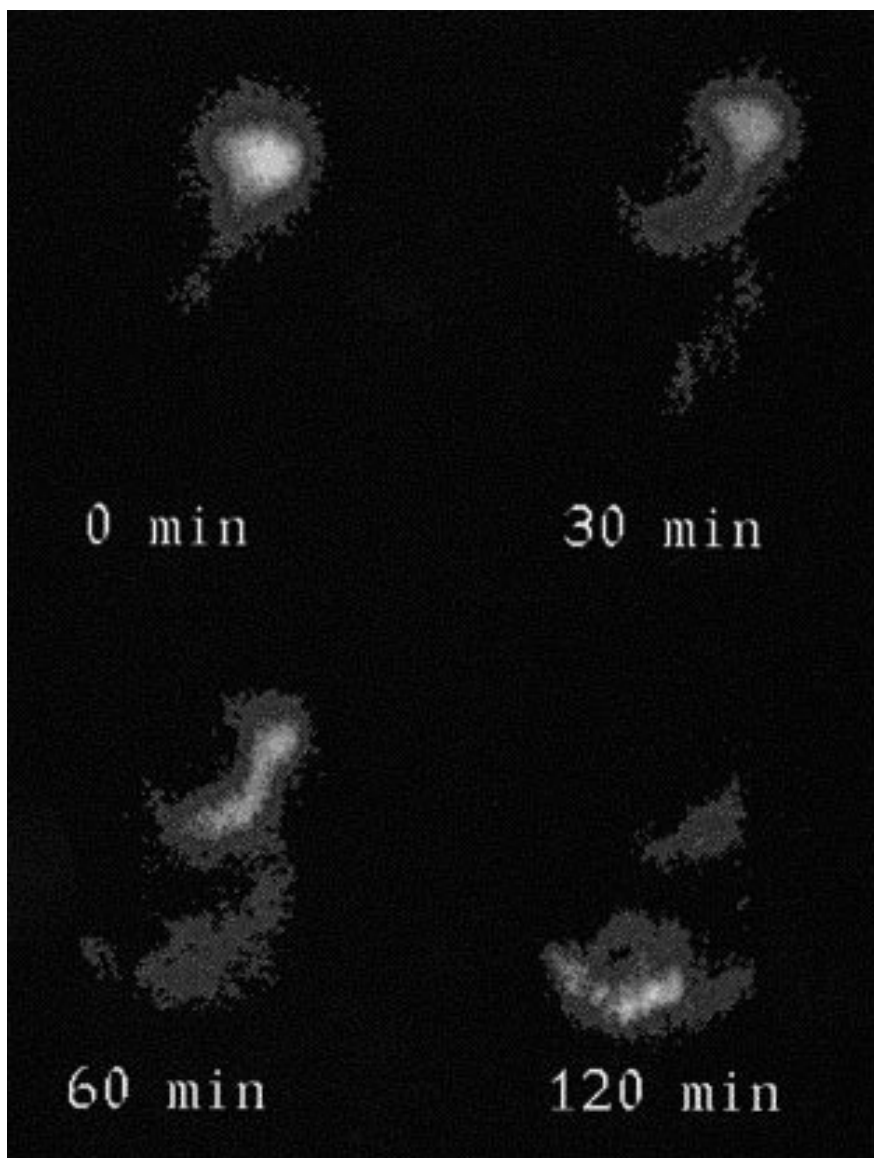
Undersökningen skedde på morgonen efter en natts fasta. Tobaksbruk var inte tillåtet under fasteperioden. Registrering påbörjades direkt efter avslutat måltidsintag och utfördes i perioder om en minut under två timmar med försökspersonen sittande framför gammakameran. Under de första 50 minuterna utfördes registrering var femte minut och därefter var tionde minut. Såväl anterior som posterior registrering utfördes. På enheter med dubbelhövdad gammakamera utfördes registreringarna samtidigt, och där enkelhövdad gammakamera användes skedde registreringarna direkt efter varandra. Mellan registreringarna fick försökspersonen röra sig fritt.

Avgränsningen av kvarvarande ventrikelaktivitet är lätt att utföra i de digitala bilderna (Figur 1). I fall av snabb ventrikeltömning kan ibland överprojicerad tunntarmsaktivitet ge upphov till en viss underskattning av tömningshastigheten i undersökningens slutskede.

Efter korrektion för fysikaliskt sönderfall av radioisotopen bestämdes det geometriska medelvärdet, vilket är roten ur produkten av anteriora och posteriora mätvärdena vid varje registreringstillfälle ($\sqrt{\text{ant} \times \text{post}}$). Detta är nödvändigt för att korrigera för den förändring i strålningens dämpning som uppkommer under undersökningen när ventrikelinnehållet successivt förflyttas från fundus, som är posterior belägen, till den mer anterior belägna antrumdelen.

Definitioner och beräkningar

Ett protokoll för utvärdering utarbe-



Figur 1. Skintigrafisk registrering av normal ventrikeltömning vid tidpunkterna 0, 30, 60 och 120 minuter efter födoing.

tades med utgångspunkt från ventrikelns normala hantering av en fast måltid. Under den s k lag-fasen (fördröjningsfasen) sönderdelas det fasta innehållet samtidigt som det transporteras från fundus till antrum. Först efter 20–30 minuter börjar innehållet tömmas ut i duodenum. Enligt vedertagen uppfattning är tömningen av fast föda ur ventrikeln sedan linjär [4].

Beräkningen utfördes med hjälp av ett program utarbetat i Excel (Microsoft, CA, USA). Normala tömningskurvor ses i Figur 2. Ändpunkterna för ventrikelns linjära tömningsfas inlades manuellt varefter en linjär regressionslinje anpassades efter minsta kvadratmetoden. Med utgångspunkt från regressionslinjen bestämdes därefter följande variabler med programmet:

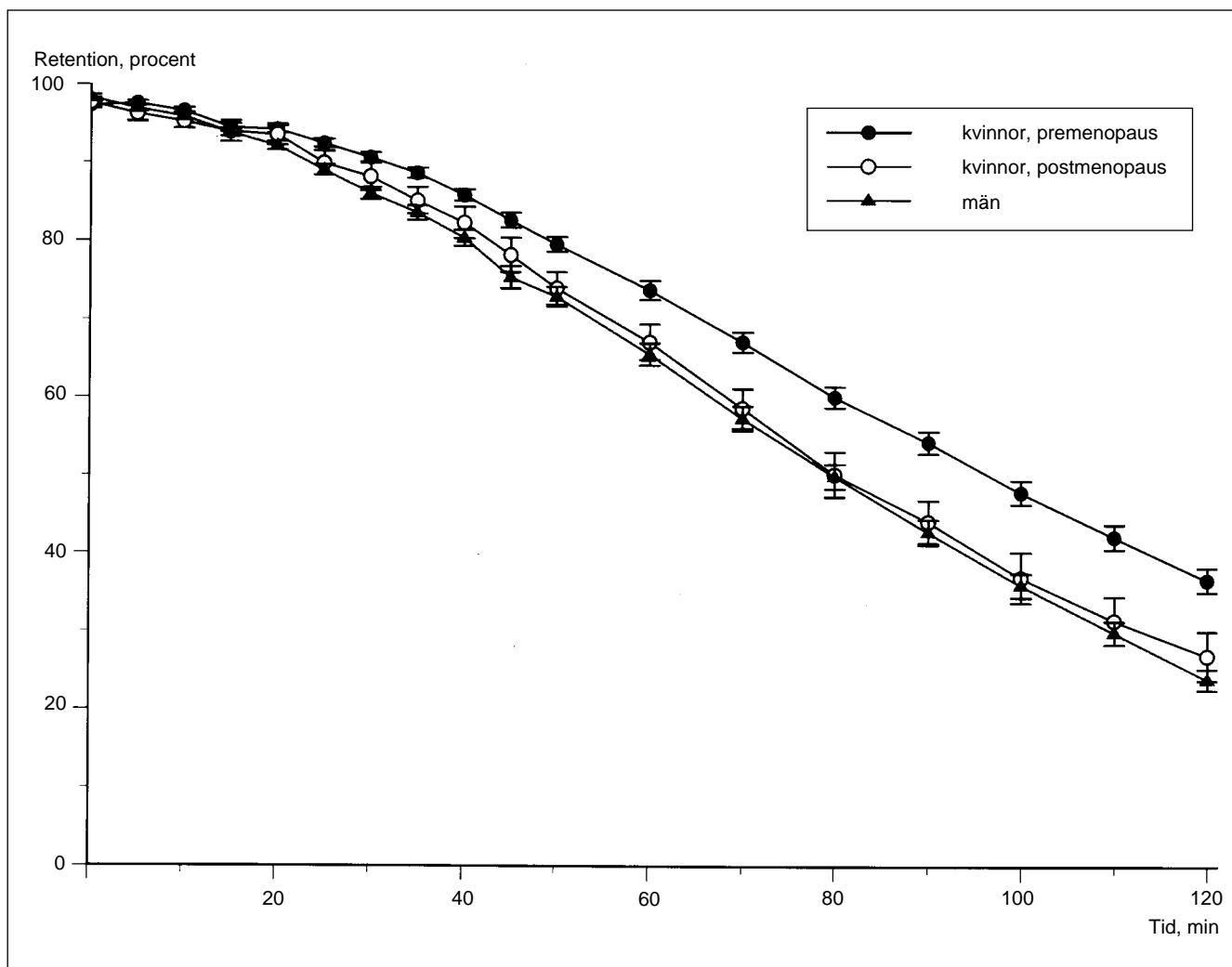
1. Lag-fas_{90%}, tiden från måltidens slut till dess att 10 procent av innehållet tömts ut (min).
2. Tömningshastigheten, dvs förloppet efter lag-fasen (procent/min samt

kcal/min).

3. T₅₀, dvs ventrikelns halva tömnings-tid (min).
4. Retention av ventrikelinnehåll 60, 90 och 120 min efter avslutad måltid (procent).

Dessutom noterades ålder, kön, vikt, längd, kroppsmasseindex (BMI), rökvanor och den tid det tog att äta måltiden. För kvinnor noterades också huruvida de uppnått menopaus, annars tidpunkt i menstruationscykeln. Demografiska data framgår av Tabell I. Sammanställda normalvärden angavs som medelvärde ± 1 standardavvikelse (SD). Deskriptiv statistik användes för att karaktärisera de olika mätvariablernas statistiska utfall och spridning. Statistiska skillnader i utfall för angivna analysparametrar mellan grupperna från de olika sjukhusen undersöktes med variansanalys (ANOVA). Statistiska skill-

ANNONS



Figur 2. Normala ventrikeltömningskurvor beträffande fast föda. Kvinnorna har indelats med avseende på menopaus (medelvärde \pm SEM).

nader mellan olika analysparametrar för beskrivningen av ventrikeltömningsförlöpp undersöktes med t-test. $P < 0,05$ bedömdes som statistiskt signifikant skillnad.

RESULTAT

Alla 160 försökspersonerna uppvisade ett bifasiskt, karaktäristiskt ventrikeltömningsförlöpp med en initial lagfas följt av en linjär tömningsfas (Figur 2). Det förelåg ingen skillnad mellan olika undersökningscentra eller mellan rökare och ickerökare. Någon korrelation mellan BMI och tömningshastigheten förelåg inte. Däremot förelåg en signifikant skillnad mellan män och kvinnor omfattande samtliga uträknade parametrar (Tabell II). Männen hade en kortare lag-fas och en snabbare tömningsfas än kvinnorna, vilket resulterade i kortare T_{50} och lägre retentionsvärden vid 60, 90 och 120 minuter. Vid uppdelning mellan premenopausala ($n=73$) och postmenopausala ($n=18$) kvinnor förelåg en långsammare ventrikeltömning hos de premenopausala, där en längre lag-fas resulterade i förlängd T_{50} och högre retentionsvärden. Där-

emot uppnåddes inte någon signifikant skillnad i den linjära tömningshastigheten.

DISKUSSION

Undersökning av ventrikeltömning med hjälp av radionuklidmärkt ventrikelinnehåll beskrevs först av Griffith och medarbetare 1966 [5]. De använde en ^{51}Cr -märkt måltid av gröt och ägg, undersökning i liggande samt avbildning med linjärsintigraf. Av praktiska skäl har metoden ändrats till en omelett med radioisotopinmärkt äggvita och undersökning i sittande, eftersom detta är det mest fysiologiska kroppsläget ef-

ter måltid. Tekniken har hög sensitivitet och reproducerbarhet, vilket gör den till den mest användbara metoden för att bedöma ventrikelns tömningshastighet [2, 6, 7]. Den tillförda aktiviteten ger en låg strålbekstrålning. Den sk effektiva dosen uppgår till cirka 0,3 mSv, vilket motsvarar ungefär den genomsnittliga bakgrundsstråldosen för en svensk under en månad.

Ventrikeln förmår att diskriminera mellan flytande och fast innehåll. Flytande innehåll töms i regel snabbt och

Tabell I. Demografiska data uppdelade på män och kvinnor. Kvinnorna har även delats in i premenopausala och postmenopausala (medelvärde \pm SD).

| | Ålder, år | BMI (kg/m ²) | Antal rökare |
|------------------------|-----------------|--------------------------|--------------|
| Totalt (n=160) | 42,3 \pm 12,5 | 23,2 \pm 2,6 | 21 |
| Män (n=69) | 41,9 \pm 12,9 | 23,6 \pm 2,4 | 5 |
| Kvinnor (n=91) | 42,7 \pm 12,2 | 23,0 \pm 2,7 | 16 |
| Premenopausala (n=73) | 38,6 \pm 8,7 | 22,7 \pm 2,8 | 13 |
| Postmenopausala (n=18) | 59,2 \pm 10,2 | 23,9 \pm 2,4 | 3 |

speglar dåligt patologiska förhållanden. Tömningen av fast innehåll reflekterar betydligt bättre dynamiken under såväl normala som patologiska förhållanden [4]. Under lag-fasen sker en sönderdelning av innehållet genom den lumen-ockluderande peristaltiken i antrum [8, 9]. Först sedan innehållet nått en partikelstorlek på cirka 1 mm börjar tömningen till duodenum [4], vilken sker linjärt med en hastighet av cirka 2 kcal/min och är relaterad till den antrala motoriken.

Den enklaste variabeln vid bedömning av tömningsförmågan är ventrikeln halva tömningstid (T_{50}). Då metoden även gör det möjligt att avskilja lag-fasen från den egentliga tömningsfasen utgör även lag-fas och tömningshastighet (procent/min eller kcal/min) viktiga variabler. Vid mycket långsam ventrikeltömning är de sena retentionsvärdena (90 och 120 min) av värde.

Premenopausala kvinnor har långsammare ventrikeltömning

Studien visar skillnader i ventrikeltömning mellan män och kvinnor. När kvinnorna indelades med avseende på menopaus framkom att de premenopausala hade långsammare ventrikeltömning medan de postmenopausala kvinnornas ventrikeltömning var i paritet med männens (Tabell II). Vid motsvarande åldersuppdelning bland männen fann man ingen skillnad i tömningsförloppet. Detta bekräftar vad som framkommit i tidigare, mindre studier [10-12] och innebär att man måste ha andra normalvärden för yngre kvinnor än för män och för äldre kvinnor. Någon skillnad i tömning beroende på fas i menstruationscykeln framkom inte, vilket är i linje med en tidigare undersökning [13]. En annan studie har visat förlångsammad ventrikeltömning vid cigarett-rökning i samband med undersökningen [14]. De rökare som ingick i vår studie hade avstått från tobak minst 8 timmar före undersökningen och uppvisade normal tömning.

Tömningsförloppets betydelse vid olika sjukdomstillstånd

Vid metabola sjukdomar är ventrikeltömningsförloppet viktigt för den metabola balansen. Vid diabetes mellitus har en långsam ventrikeltömning påvisats hos upp till 58 procent av patienterna [15-17]. Detta beror främst på blodsockernivån; redan vid nivåer över 6 mmol/l ses en fördröjd tömning [18]. Uttalad diabetesneuropati kan även bidra till den långsamma ventrikeltömningen [15, 19]. Denna medför en ojämn och ofta långsam leverans av näringsämnen till tunntarmen med varierande absorption, vilket leder till att insulineffekten inte blir korrekt avpassad,

Tabell II. Ventrikeltömningsdata uppdelade på män och kvinnor. Kvinnorna har även delats in i premenopausala och postmenopausala (medelvärde \pm SD).

| | Lag-fas, min | Tömnings-hastighet, %/min | T_{50} , min | Retention 60 min, % | Retention 90 min, % | Retention 120 min, % |
|--------------------------|-----------------|---------------------------|------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| Totalt (n = 160) | 31,7 \pm 11,8 | 0,70 \pm 0,16 | 91,4 \pm 20,6 | 69,3 \pm 10,6 | 48,3 \pm 14,1 | 28,1 \pm 16,4 |
| Män (n = 69) | 28,3 \pm 11,2 | 0,76 \pm 0,15 | 83,4 \pm 16,3 | 65,3 \pm 10,6 | 42,8 \pm 13,8 | 21,8 \pm 14,6 |
| Kvinnor (n = 91) | 34,2 \pm 11,7 | 0,66 \pm 0,15 | 97,5 \pm 21,4 | 72,4 \pm 9,6 | 52,5 \pm 12,8 | 32,9 \pm 16,1 |
| Premenopausala (n = 73) | 35,5 \pm 11,7 | 0,65 \pm 0,15 | 100,4 \pm 21,4 | 73,7 \pm 9,4 | 54,3 \pm 12,5 | 35,3 \pm 15,4 |
| Postmenopausala (n = 18) | 28,8 \pm 10,2 | 0,73 \pm 0,15 | 85,6 \pm 17,3 | 66,9 \pm 8,8 | 45,0 \pm 11,9 | 23,1 \pm 15,7 |

med försämrad blodsockerkontroll som följd [20, 21].

Vid ventrikelsår har man inte funnit några säkra hållpunkter för avvikande tömningsförlopp [22, 23], medan studier på duodenalsårpatienter visat både snabb och långsam tömning [24, 25]. Något säkert samband mellan fördröjd ventrikeltömning och kolonisering av *Helicobacter pylori* har inte kunnat påvisas [26-29]. Vid funktionell dyspepsi har däremot en långsam ventrikeltömning påvisats hos många patienter [30, 31].

Långsam ventrikeltömning efter intag av fast föda har konstaterats hos predialyspatienter och hos patienter i peritonealdialys [32-36] medan hemodialyspatienter troligen har ringa påverkan på ventrikeltömningen [35, 37]. I en studie av predialys- och dialyspatienter vid Karolinska sjukhuset har man funnit att framför allt manliga peritonealdialyspatienter har en försämrad ventrikeltömning jämfört med friska kontrollpersoner och att mängden retinerad föda vid 120 minuter negativt påverkar nutritionsparametrar såsom S-albumin och proteinkatabolismen (protein catabolic rate, normaliserad för kroppsvikt). I denna studie deltog inga diabetiker. Det är emellertid tänkbart att det kontinuerliga glukosupptag, med åtföljande hyperinsulinism, som dessa patienter är utsatta för, är den främsta orsaken till den försämrade ventrikeltömningen.

Gastropares kan förekomma som ett paramalignt fenomen [38-40]. Vid inlagringsjukdomar, neurologiska sjukdomar och bindvävsjukdomar kan påverkan på ventrikeltömningen förekomma. Vid amyloidos föreligger ofta nedsatta gastrointestinala funktioner till följd av amyloidinfiltration i autonoma nerver och glatt muskulatur [41]. Denna påverkan på ventrikeltömningen kvarstår även efter levertransplantation [42].

Många ätbeteenderubbningar åtföljs

av en förändrad ventrikeltömning. Vid anorexia nervosa är ventrikeltömningen i regel kraftigt förlångsammad [43, 44] med hämning av både lag-fasen och tömningsförloppet [45]. Vid bulimi har fördröjd ventrikeltömning beskrivits [46], medan andra arbeten redogör för ett normalt tömningsförlopp [44, 47]. Vid obesitas har förkortning av såväl lag-fasen [48] som själva tömningsförloppet [49, 50] iakttagits.

Diabetiker kan behöva prokinetisk behandling

Behandling av långsam ventrikeltömning är främst aktuell vid diabetes mellitus. Eftersom tömningen hämmas av en akut förhöjning av blodsockernivån är det viktigaste att normalisera blodsockret och nå metabol kontroll. I de fall patienten har en kronisk påverkan på tömningen har det visats att prokinetiska läkemedel såsom cisaprid (Prepulsid) kan påskynda ventrikeltömningen [16]. Andra studier har inte givit lika entydiga svar utan endast visat en tendens till minskade symtom [51]. Metoklopramid (Primperan), som är ett prokinetiskt läkemedel av äldre typ, har man funnit ge förbättrad ventrikeltömning vid amyloidos, dystrophia myotonica och spinala lesioner [52-54]. Den prokinetiska effekten av makrolidantibiotika, såsom erytromycin i låg dos, kan också utnyttjas för att påskynda ventrikeltömningen [55] genom stimulering av motilinreceptorer [56, 57]. Vid anorexi förefaller malnutritionen spela en avgörande roll för den hämmade ventrikeltömningen. Normalisering av den glatta muskelmassans elektrolytnehåll vid ökat födointag har också medfört en återgång av den uttrötthet av glatt muskulatur som föreligger vid anorexi [58].

Mycket varierande symtom vid tömningsstörningar

Otvetydigt har långsam ventrikeltömning

tömning ett samband med symtom såsom illamående, kräkning, uppblåst-hetskänsla och tidig mättnadskänsla. Dessa symtom är mest framträdande postprandiellt men kan även förekomma under fasta. Vår kunskap om de bakomliggande mekanismerna är begränsad, och korrelationen mellan lättare symtom och graden av fördröjd ventrikeltömning är dålig [15]. Som en konsekvens av detta måste ett patologiskt ventrikeltömningstest ses snarare som ett uttryck för avvikande gastroduodenal motorik än som en direkt orsak till patientens symtom. Såväl onormalt snabb som onormalt långsam tömning kan ge mycket varierande symtom, och det är viktigt att inte värdera patientens omedelbara symtombild enbart i relation till ventrikeltömningstestet utan även till mer långsiktiga mål för behandlingen, som metabol kontroll och nutritionsstatus.

Indikationer för undersökning av ventrikeltömningsförmågan

Indikationer för undersökningen kan idag sammanfattas som diabetes mellitus med sviktande blodsockerkontroll, njurinsufficiens och metabola inlagringssjukdomar med dåligt nutritionsstatus, ätstörningar där långsam eller snabb ventrikeltömning kan misstänkas samt uttalade dyspeptiska besvär där organisk genes till symtomen uteslutits.

Studien visar att en metod för analys av tömningen av en fast testmåltid enkelt kan sättas upp på nuklearmedicinska laboratorier. Resultaten visade ingen skillnad mellan centra, vilket gör det möjligt att jämföra resultat mellan dem. De skillnader i ventrikeltömning som föreligger mellan könen och mellan kvinnor med avseende på menopaus medför att olika referensvärden måste användas.

Referenser

- Christian PE, Moore JG, Sorenson JA, Coleman RE, Weich DM. Effects of meal size and correction technique on gastric emptying time: studies with two tracers and opposed detectors. *J Nucl Med* 1980; 21: 883-5.
- Collins PJ, Horowitz M, Cook DJ, Harding PE, Shearman DJ. Gastric emptying in normal subjects – a reproducible technique using a single scintillation camera and computer system. *Gut* 1983; 24: 1117-25.
- Moore JG, Datz FL, Christian PE, Greenberg E, Alazraki N. Effect of body posture on radionuclide measurements of gastric emptying. *Dig Dis Sci* 1988; 33: 1592-5.
- Heading RC, Bolondi L, Camilleri M, Corinaldesi R, Horowitz M, Jian R et al. Gastric emptying. *Gastroenterology International* 1992; 4: 203-15.
- Griffith GH, Owen GM, Kirkman S, Shields R. Measurement of rate of gastric emptying using chromium-51. *Lancet* 1966; 1: 1244-5.
- Hermansson G, Sivertsson R. Gender-re-

lated differences in gastric emptying rate of solid meals. *Dig Dis Sci* 1996; 41: 1994-8.

- Horowitz M, Harding PE, Maddox A, Mad-dern GJ, Collins PJ, Chatterton BE et al. Gastric and oesophageal emptying in insulin-dependent diabetes mellitus. *J Gastroenterol Hepatol* 1986; 1: 97-113.
- Horowitz M, Maddox A, Harding PE, Mad-dern GJ, Chatterton BE, Wishart J et al. Effect of cisapride on gastric and esophageal emptying in insulin-dependent diabetes mellitus. *Gastroenterology* 1987; 92: 1899-907.
- Øster-Jørgensen E, Pedersen SA, Larsen ML. The influence of induced hyperglycaemia on gastric emptying rate in healthy humans. *Scand J Clin Lab Invest* 1990; 50: 831-6.
- Scott AM, Kellow JE, Shuter B, Cowan H, Corbett AM, Riley JW et al. Intragastric distribution and gastric emptying of solids and liquids in functional dyspepsia. Lack of influence of symptom subgroups and H. pylori-associated gastritis. *Dig Dis Sci* 1993; 38: 2247-54.
- Pfaffenbach B, Adamek RJ, Bartholomaeus C, Wegener M. Gastric dysrhythmias and delayed gastric emptying in patients with functional dyspepsia. *Dig Dis Sci* 1997; 42: 2094-9.
- McNamee PT, Moore GW, McGeown MG, Doherty CC, Collins BJ. Gastric emptying in chronic renal failure. *BMJ [Clin Res]* 1985; 291: 310-1.
- Suhr O, Danielsson A, Rydh A, Nyhlin N, Hietala SO, Steen L. Impact of gastrointestinal dysfunction on survival after liver transplantation for familial amyloidotic polyneuropathy. *Dig Dis Sci* 1996; 41: 1909-14.
- Robinson PH, Clarke M, Barrett J. Determinants of delayed gastric emptying in anorexia nervosa and bulimia nervosa. *Gut* 1988; 29: 458-64.
- Kiss A, Bergmann H, Abatzi TA, Schneider C, Wiesnagrotzki S, Hobart J et al. Oesophageal and gastric motor activity in patients with bulimia nervosa. *Gut* 1990; 31: 259-65.
- Näslund E, Grybäck P, Backman L, Jacobs-son H, Holst JJ, Theodorsson E et al. Distal small bowel hormones: correlation with fasting antroduodenal motility and gastric emptying. *Dig Dis Sci* 1998; 43: 945-52.
- Reddy AB, Wright RA, Wheeler GE, Nazer H. Nonobstructive gastroparesis in amyloidosis improved with metoclopramide. *Arch Intern Med* 1983; 143: 247-8.
- Janssens J, Peeters TL, Vantrappen G, Tack J, Urbain JL, De Roo M et al. Improvement of gastric emptying in diabetic gastroparesis by erythromycin. Preliminary studies. *N Engl J Med* 1990; 322: 1028-31.
- Tomomasa T, Kuroume T, Arai H, Wakabayashi K, Itoh Z. Erythromycin induces migrating motor complex in human gastrointestinal tract. *Dig Dis Sci* 1986; 31: 157-61.
- Russell DM, Prendergast PJ, Darby PL, Garfinkel PE, Whitwell J, Jeejeebhoy KN. A comparison between muscle function and body composition in anorexia nervosa: the effect of refeeding. *Am J Clin Nutr* 1983; 38: 229-37.

Summary

**Scintigraphic assessment of gastric emptying
Clinically useful, uniform method now established**

Per Grybäck, Marika Bajc, Göran Granerus, Ebbe Lyrenäs, Gert

Hermansson, K W Beckman, Anders Rönnblom, Eva Olsson, Anders Fernström, Hans Jacobsson, Per M Hellström

Läkartidningen 2000; 97: 1811-6.

Although more than 30 years have passed since the introduction of scintigraphic testing of gastric emptying there has been no well-defined standard. Eight Swedish hospitals have established a nationally standardized method for scintigraphic testing of gastric emptying of solids. 160 healthy subjects participated. The meal consisted of a 99mTc-labeled omelet (1300 kJ) and 150 ml unlabeled soft drink (290 kJ). There were no differences in calculated variables between the centers. Premenopausal women showed slower emptying than postmenopausal and men of any age, making separate reference values for younger women necessary.

Correspondence: Per Grybäck, Dept of Radiology, Karolinska sjukhuset, SE-171 76 Stockholm, Sweden.

E-mail: grpe@adr.ks.se