

Referat av avhandlingen:

Advanced techniques in ERCP

Titel: Advanced techniques in ERCP.

Länk: https://openarchive.ki.se/articles/thesis/Advanced_techniques_in_ERCP_thesis_for_doctoral_degree/28565765?file=53744366

Avhandlingen försvarades: 2025.

Huvudhandledare: Annika Bergquist.

Bihandledare: Matthias Lühr, Martin Delle, Urban Arnelo.

Avancerade tekniker inom ERCP

Inledning

Under de senaste decennierna har ERCP utvecklats från att vara en diagnostisk metod till att huvudsakligen utgöra en terapeutisk intervention.

Detta har skett parallellt med tekniska framsteg inom radiologi (t.ex. magnetresonanskolangiopankreatografi, MRCP), intraduktal endoskopi och endoskopiskt ultraljud (EUS), som tillsammans har minskat behovet av ERCP för diagnostik men ökat kraven på orientering vid komplexa ingrepp.

Samtidigt kvarstår centrala utmaningar: strålningsexponering, procedurtid och resursplanering, samt val av optimala endoskopiska strategier för långvarig smärtlindring vid kronisk pankreatit. Denna artikel sammanfattar en doktorsavhandling från Karolinska Institutet som adresserar fyra sådana områden: (I) stråldoser vid ERCP med Cone Beam Computed Tomography (CBCT), (II) bildfusion mellan 3D-MRCP och fluoroskopi, (III) ett validerat verktyg för tidsestimering av ERCP (SWEET) baserat på nationella registerdata, samt (IV) effekter och säkerhet av multipla plaststentar (MPS) i pankreasgången vid smärtsam kronisk pankreatit.

Studie I: Cone beam Computed Tomography vid ERCP – stråldos, metodik och klinisk nytta

CBCT är en röntgenteknik med vilken genomlysningsskivan med hjälp av rotation kan producera en tredimensionell avbildning, vilket kan förbättra förståelsen av komplex biliär anatomi och underlätta planering av stentstrategier, särskilt vid hilära och intrahepatiska strikturer.

I studien jämfördes 728 konventionella ERCP med 42 ERCP där CBCT användes. Medianvärdet för total stråldos (dose area product) vid konventionell ERCP var cirka 6,5 Gray-centimeter² (Gycm²), medan CBCT med standardprotokoll gav 48,9 Gycm² och lågdosprotokollet 19,7 Gycm². Noterbart är att lågdosprotokollet minskade stråldosen med omkring 80 % jämfört med standard utan signifikant kompromiss i bildkvalitet, när förutsättningar som apné, optimal positionering och adekvat kontrastfyllning var uppfyllda. Även efter exkludering av själva CBCT-exponeringen var fluoroskopikomponenten högre i CBCT-grupperna, sannolikt betingad av selektion av mer komplexa fall. Praktiska aspekter som betonas inkluderar andningskontroll under CBCT, minimal

patientrörelse, stabil position, och effektiv kontrastfördelning i gången – faktorer som samverkar för att reducera brus, förbättra konturteckning och därmed möjliggöra lågdosprotokoll.

Slutsats: CBCT ger ett mervärde vid anatomiskt komplex ERCP, förutsatt optimerade parametrar och selektion. Lågdosprotokoll bör vara förstahandsval vid intraprocedural 3D-visualisering.

Studie II: 2D/3D-bildfusion – realtidsintegration av MRCP och fluoroskopi

Bildfusion under ERCP innebär att ett preproceduralt MRCP-volymdata registreras mot live-fluoroskopi så att en ko-registrerad 3D-karta över biliopankreatisk anatomi kan överlagras under ingreppet. I en serie på 13 patienter var fusion tekniskt genomförbar i samtliga och bedömdes ha god bildkvalitet i 85 %. Metoden förbättrade visualisering av lesionen i 77 % och underlättade förståelse av 3D-anatomin i 62 %, särskilt i intrahepatiska och hilära segment där konventionell 2D-fluoroskopi ofta ger begränsad spatial information. Ett återkommande begränsande faktor var overlay-mismatch i extrahepatiska strukturer och pankreas, sannolikt relaterat till endoskopets drag på duodenum samt frånvaro av andningskompensation i fusionen. Trots dessa begränsningar demonstrerar studien genomförbarhet och klinisk nytta vid välselekterade fall. Praktiskt kräver tekniken förberedelse av landmärkeslinjer (t.ex. ryggrad, leverkupa), användning av dedikerad mjukvara för 3D-2D-registrering, och konsekvent kontroll av bord- och C-armes rörelser för bibehållen ko-registrering utan extra strålningsbelastning.

Slutsats: Bildfusion är ett relevant komplement vid avancerade biliära ERCP där preprocedural 3D-information kan omsättas till intraprocedural vägledning med potentiell reduktion av onödig genomlysning.

Studie III: SWEET tool: validerad tidsestimering av ERCP baserat på nationella data

Planering av ERCP påverkas starkt av procedurtiden, som i sin tur beror på indikationer, anatomiska förutsättningar och planerade åtgärder. SWEET (Swedish Estimation of ERCP Time) tool utvecklades på 74 248 ERCP (2010-2019) och validerades på 9472 ERCP (2020-2021) från Gallriks.

Verktyget bygger på tio kliniskt rimliga variabler med preoperativ tillgänglighet – bl.a. målstruktur (gallgång/pankreasgång), strikturlokalisering (extrahepatisk/hilär/intrahepatisk), planerad papillektomi, intraduktal endoskopi och litotripsi – och uppnår en genomsnittlig absolutfelmarginal på 17 minuter i valideringar. SWEET tool predikterar tid inom ± 30 minuter i nära 87 % av fallen och möjliggör standardiserad schemaläggning och bättre allokering av anestesiresurser. Därtill belyser regressionsanalysen hur enskilda moment förändrar tidsåtgången och hur justering för samverkande faktorer förändrar effekten.

Slutsats: SWEET tool är det första validerade verktyget för tidsestimering av ERCP och ett praktiskt stöd för resursplanering i svensk sjukhusmiljö.

Studie IV: Multipla plaststentar vid smärtsam kronisk pankreatit – effekt, säkerhet och långtidsperspektiv

I en kohort på 50 patienter (totalt 273 ERCP; 129 med multipla plaststentar) undersöktes effekten av multipla plaststentar brevid varandra i pankreasgången vid gångobstruktion och smärta. Fullständig smärtlindring uppnåddes hos 54 % och partiell hos 36 %. Under långtidsuppföljning (median 75 månader) rapporterades smärtåterfall hos 39 %. Komplikationer inträffade vid 30 % av ERCP, dominerat av postinterventionell buksmärta; incidensen av akut pankreatit var 4,4 %. Konvertering till kirurgi skedde i 14 %, ofta vid otillräcklig endoskopisk smärtrespons och/eller samtidig misstanke om intraduktal papillära mucinösa neoplasier (IPMN). Dessa resultat stödjer att multipla plaststentar är ett säkert alternativ för initial smärtlindring hos selekterade patienter med hög operationsrisk, men bekräftar att kirurgi – enligt dagens evidens – ger bäst långtidseffekt och bör övervägas vid utebliven full respons efter 4–5 ERCP-sessioner.

Slutsats: Multipla plaststentar är ett nischat, tryggt alternativ vid selekterade kronisk pankreatit-patienter, men långvarig smärtfrihet är osäker; individuell multidisciplinär bedömning är central.

Bildfusion vid ERCP.

MRCP (röd) och CBCT (grå) har kombinerats i en 3D-fusion och överlagrats på fluoroskopi. Draget från duodenoskopet ger en liten förskjutning vid hilus.



SWEET-Tool.

Planerad ERCP-information (kanylering, strikturer, interventioner) sammanställs och läggs till en baslinje på 25 minuter för att uppskatta total tid

SWEET tool			
Addition of procedure steps and baseline			25 min baseline
Intended cannulation	Bile duct [5 min] □	+	
	Pancreatic duct [15 min] □		
	Papilla minor [20 min] □		
Strictures intended to be addressed	Extrahepatic stricture [5 min] □	+	
	Hilar stricture [10 min] □		
	Intrahepatic stricture [20 min] □		
Planned interventions	Pancreas stenting [10 min] □	+	
	Papillectomy [25 min] □		
	Intraductal endoscopy [40 min] □		
	Direct lithotripsy [35 min] □		
Estimated ERCP duration in minutes		=	

Övergripande kliniska implikationer

Sammantaget illustrerar avhandlingen hur teknisk innovation kan adressera centrala kliniska behov:

- (1) Förbättrad anatomisk orientering (CBCT, bildfusion) vid komplexa biliära ingrepp;
- (2) Standardiserad och validerad schemaläggning (SWEET) för effektivare resurs- och anestesiplanering;
- (3) Klargörande roll av multipla plaststentar vid kronisk pankreatit som ett säkert men långsiktigt begränsat alternativ.

Praktiskt innebär detta att avancerad bildstyrning bör reserveras till fall där den sannolikt förändrar strategi, minskar redundanta genomlysningar eller kortar procedurtiden, och att SWEET införs i lokala flöden för att standardisera tidsbedömning.

Vid kronisk pankreatit med ductal obstruktion bör ERCP med multipla plaststentar ses som en brostrategi, där kirurgi övervägs tidigt vid otillräcklig effekt, i linje med rådande riktlinjer och randomiserade data.

Metodologiska styrkor och begränsningar

Studie I och II representerar tidiga implementeringar av avancerad avbildning inom ERCP, med selekterade patientgrupper av begränsad storlek. Studie III utmärks av stor datamängd från Gallriks, robust intern- och extern validering samt kliniskt meningsfull förenkling till ett användbart verktyg. Studie IV bygger på noggrant definierade inklusions-/exklusionskriterier och lång uppföljning, men resultaten påverkas sannolikt av selektion av patienter med hög komorbiditet och begränsad kirurgisk möjlighet.

Sammanlagt ger materialet en trovärdig helhetsbild av var och hur dessa tekniker och strategier bäst kan tillföra värde.

Framtida utveckling

Automatiserad bildfusion med andningskompensation och adaptiv korrektion av endoskoporsakat anatomisk skift kan sannolikt förbättra precisionen och minska behovet av manuell registrering. AI-baserade prediktionsmodeller kan vidareutveckla SWEET genom att integrera fler variabler (lab, bilddiagnostik, operatörsprofil) och kontinuerligt lära av nya data.

För kronisk pankreatit behövs prospektiva studier som jämför multipla plaststent-strategier (antal, diameter, duration) och litotripsi /pankreatoskopi-kombinationer mot kirurgi i definierade subgrupper (t.ex. strikturnivå, stenbörda, smärtfenotyp).

Slutligen bör sambandet mellan ERCP-komplexitet, procedurtid och stråldos kvantifieras för att identifiera trösklar där CBCT eller bildfusion ger nettofördel i dosbesparing och teknisk framgång.

Slutsats

Denna avhandling exemplifierar hur ett systematiskt, klinisknära angreppssätt kan modernisera ERCP. CBCT och bildfusion erbjuder förbättrad intraoperativ orientering vid anatomiskt krävande fall; SWEET ger ett validerat stöd för tidsplanering; och multipla plaststentar framstår som ett säkert, initialt effektivt men långsiktigt begränsat alternativ vid smärtsam kronisk pankreatit. Imple-

mentering bör ske selektivt, med fokus på mätbara förbättringar i säkerhet, effektivitet och vårdlogistik, och med fortsatt forskning kring automatisering, AI-stöd och prospektiv utvärdering av långtidseffekter.

Referenser

1. Waldthaler A, Reuterwall-Hansson M, Arnelo U, Kadesjö N. Radiation dose in cone beam CT guided ERCP. *Eur J Radiol* 2020;123:108789.
2. Reuterwall M, Waldthaler A, Lubbe J, Kadesjö N *et al.* Bimodal ERCP, a new way of seeing things. *Endosc Int Open* 2020;8:E368-E376.
3. Waldthaler A, Warnqvist A, Waldthaler J *et al.* Predicting ERCP procedure time - SWEET. *Endoscopy* 2025;57:31-40.

Alexander Waldthaler