

SMM-rapport Nr. 2/2001

Pasientvolum og behandlingskvalitet

Metodevurdering basert på egen og internasjonal
litteraturgransking

**SINTEF****SINTEF RAPPORT**

TITTEL

SINTEF UnimedPostadresse: Boks 124, Blindern
0314 OsloBesøksadresse: Forskningsveien 1
Telefon: 22 06 73 00
Telefaks: 22 06 79 09

Foretaksregisteret: NO 948 007 029 MVA

**Pasientvolum og behandlingskvalitet
Metodevurdering basert på egen og internasjonal
litteraturgransking**

FORFATTER(E)

Teisberg P, Hansen FH, Hotvedt R, Ingebrigtsen T, Kvalvik AG,
Lund E, Myhre HO, Skjeldestad FE, Vatten L, Norderhaug IN.

OPPDRAGSGIVER(E)

Sosial- og helsedepartementet

RAPPORTNR. STF78 A014002	GRADERING Åpen	OPPDRAGSGIVERS REF.	
GRADER. DENNE SIDE Åpen	ISBN 82-14-02407-2	PROSJEKTNR.	ANTALL SIDER OG BILAG
ELEKTRONISK ARKIVKODE Document2	PROSJEKTLEDER (NAVN, SIGN.) Berit Mørland	VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.)	
ARKIVKODE	DATO 2001-03-15	GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.) Berit Mørland	
SAMMENDRAG En ekspertgruppe har i regi av Senter for medisinsk metodevurdering kritisk vurdert litteraturen om relasjonen pasientvolum og behandlingskvalitet i den foreliggende rapport. Samlet sett viser rapporten at det ikke kan konkluderes om en generell sammenheng mellom volum og kvalitet. Dette aspektet må analyseres for hver enkelt diagnose eller prosedyre. Ved visse kreftsykdommer, behandling av hjerte- og karsykdommer, AIDS og transplantasjoner er det vist at pasienter behandlet ved sykehus med høyt volum har bedre resultater enn de med lavt volum.			
STIKKORD	NORSK	ENGELSK	
GRUPPE 1	Pasientvolum	Hospital patient / volume	
GRUPPE 2	Behandlingskvalitet	Quality in health care	
EGENVALGTE		Surgeon volume	

Forord

Senter for medisinsk metodevurdering (SMM) ble høsten 1999 bedt av Sosial- og helsedepartementet om å utarbeide en litteraturoversikt om forholdet mellom pasientvolum og behandlingskvalitet. I 1999 oppsummerte SMM kunnskapsstatus basert på en foreliggende Health Technology Assessment (HTA)-rapport fra University of York; "Concentration and choice in the provision of hospital services" (1997). SMM konkluderte imidlertid med at dette er et felt med stor forskningsaktivitet og at det kunne være relevant å vurdere litteratur publisert etter 1996. SMMs styringsgruppe vurderte problemstillingen som så viktig og interessant for organiseringen av norsk helsevesen, med spørsmål om funksjonsfordeling og regional fordeling, at man ønsket å følge opp og oppdatere York-rapporten.

På denne bakgrunn ble en utredningsgruppe etablert februar 2000 med følgende sammensetning:

Leder: Professor Per Teisberg, Medisinsk poliklinikk, Rikshospitalet
Forskningsjef Finn Henry Hansen, NIS Samdata, SINTEF Unimed
Førsteamanuensis Ragnar Hotvedt, Institutt for samfunnsmedisin, Universitetet i Tromsø
Avd. overlege Tor Ingebrigtsen, Nevrokirurgisk avd., Regionsykehuset i Tromsø
Overlege Anne Grimstvedt Kvalvik, Haugesund Sanitetsforenings revmatismesykehus
Professor Eiliv Lund, Institutt for samfunnsmedisin, Universitetet i Tromsø
Professor Hans Olav Myhre, Kirurgisk avd., Regionsykehuset i Trondheim
Professor Finn Egil Skjeldestad, leder for Kvalitetsutvalget i Norsk Gynekologisk forening
Professor Lars Vatten, Institutt for samfunnsmedisinske fag, NTNU
Prosjektkoordinator: Dr. philos Inger Norderhaug, Senter for medisinsk metodevurdering

Alle medlemmene i utredningsgruppen har avlevert en habilitetserklæring om at de ikke har kommersielle interesser eller bindinger som kan influere på en objektiv vurdering av kunnskapsgrunnlaget. Det er også redegjort for økonomiske og faglige forhold, samt oppgaver eller verv som er av relevans for prosjektet.

Berit Mørland
Direktør

Inger N. Norderhaug
Medisinsk fagkonsulent

Innhold

STYRINGSGRUPPENS KOMMENTAR	7
KONKLUSJONER.....	9
2. INNLEDNING	10
2.1 VOLUM	10
2.2 TILGRESENDE PROBLEMSTILLINGER	11
3. MANDAT OG METODE	12
3.1 MANDAT	12
3.2 LITTERATURSØK OG LITTERATURVURDERING	12
3.2.1 YORK-RAPPORTEN "THE CONCENTRATION AND CHOICE IN THE PROVISION OF HOSPITAL SERVICES"	12
3.3 EGEN VURDERING	13
3.3.1 INKLUSJONSKRITERIER	13
3.3.2 EKSKLUSJONSKRITERIER.....	13
3.3.3 STUDIEKVALITET	13
3.4 METODEPROBLEMER.....	14
3.4.1 SELEKSJONSBIAIS	14
3.4.2 INFORMASJONSBIAIS.....	14
3.4.3 PROBLEMER KNYTTET TIL STUDIEDESIGN	15
3.5 KARTLEGGING AV ANTALL PROSEDYRER VED NORSKE SYKEHUS	15
4. RESULTATER	16
4.1 KREFT	16
4.1.1 KREFT I TYKKTARM OG ENDETARM (KOLOREKTAL KREFT).....	16
4.1.2 KREFT I BUKSPYTTKJERTELEN	19
4.1.3 BRYSTKREFT	20
4.1.4 LEVERKREFT	21
4.1.5 PROSTATAKREFT.....	21
4.1.6 OPERASJON AV KREFT I SPISERØRET	22
4.1.7 OPERASJON FOR KREFT I MAGESEKK (TOTAL GASTREKTOMI)	23
4.1.8 OPERASJON FOR LUNGEKREFT.....	24
4.1.9 MALIGNNE BLODSYKDOMMER	24
4.2 ORTOPEDI	24
4.2.1 PROTESEOPERASJONER I HOFTE OG KNE	24
4.2.2 HOFTEBRUDD	27
4.2.3 ANDRE ORTOPEDISKE INNGREP	28

4.3	HJERTE OG KARSYKDOMMER.....	29
4.3.1	OPERASJON FOR ÅREFORKALKNING I HALSPULSÅREN (CAROTISSTENOSE)	29
4.3.2	OPERASJON FOR ABDOMINALT AORTAANEURISME (UTVIDELSE AV MAVEPULSÅRENS NEDRE DEL).....	30
4.3.3	OPERASJON FOR TETTE PULSÅRER PÅ BENA.....	32
4.3.4	BARNEHJERTEKIRURGI.....	33
4.3.5	BEHANDLING AV AKUTT HJERTEINFARKT	33
4.3.6	OPERASJON FOR TETTE KRANSARTERIER I HJERTET (AORTOKORONAR BYPASS)	34
4.3.7	PERCUTAN TRANSLUMINAL KORONAR ANGIOPLASTIKK (UTBLOKKING AV HJERTETS KRANSARTERIER).....	35
4.3.8	ØVRIGE STUDIER OM HJERTE- OG KARSYKDOMMER	38
4.4	PASIENTER MED HIV-RELATERT SYKDOM OG AIDS	38
4.5	ORGANTRANSPLANTASJONER.....	40
4.6	NYFØDTMEDISIN	41
4.7	INTENSIVBEHANDLING AV BARN OG VOKSNE	42
4.7.1	SYSTEMISK LUPUS ERYTEMATHOSUS.....	43
4.8	TRAUMEBEHANDLING	43
4.9	MAGE-TARM PROSEDYRER	44
4.9.1	FJERNING AV GALLEBLÆRE (KOLECYSTEKTOMI)	44
4.9.2	FREMSTILLING AV GALLE- OG BUKSPYTTEKJERTELGANGER (ENDOSKOPISK RETROGRAD CHOLANGIOPANCREATOGRAPHY (ERCP))	45
4.9.3	GALLEGANGSANASTOMOSE.....	45
4.9.4	GALLEGANGSARTRESI (PORTOENTEROSTOMI)	46
4.9.5	OPERASJON FOR REFLUKS-SYKDOM.....	46
4.9.6	ØVRIGE PROSEDYRER	46
4.10	ANDRE KIRURGISKE INNGREP	47
4.10.1	INNGREP PÅ INDRESEKRETORISKE KJERTLER	47
4.10.2	OPERASJON FOR GRÅ STÆR.....	47
4.10.3	OPERASJON FOR MEDFØDT GANESPALTE.....	47
4.10.4	ØVRIGE PROSEDYRER.....	47
5.	DISKUSJON.....	48
5.1	HVA BETYR VOLUM?	49
5.2	HVOR RELEVANTE ER ENDEPUNKTENE SOM KVALITETSPARAMETRE?	49
5.3	ER RESULTATENE TROVERDIGE?.....	50
5.4	HVILKEN BETYDNING HAR RESULTATENE FOR NORSK HELSEVESEN?	51
5.5	FØRHOOLD SOM KAN TENKES Å KOMPENSERE FOR VOLUM.....	51
6.	ENGLISH SUMMARY.....	53
7.	REFERANSER.....	55
8.	VEDLEGG 1 SØKESTRATEGI.....	66
9.	VEDLEGG 2 EVIDENSTABELLER	69

Styringsgruppens kommentar

Formål

I den foreliggende rapport er betydningen av pasientantallet for behandlingskvaliteten på sykehus- og på legenivå vurdert. I rapporten vurderes også hvilken relevans resultatene fra internasjonal vitenskapelig litteratur har for det norske helsevesenet.

Metode og arbeidsform

Rapporten fra York ("Concentration and choice in the provision of hospital services" (1997)) er lagt til grunn for arbeidet. Det er videre utført søk etter primærstudier i vitenskapelig litteratur fra medisinske databaser for perioden 1997-2000. Studier som tilfredsstillende gitte kriterier (se hovedrapporten) er deretter gransket. Det er lagt spesiell vekt på tilfredsstillende vurdering av pasientsammensetning ("case mix").

Det er dessuten innhentet informasjon fra Norsk Pasientregister for et utvalg av prosedyrer utført ved norske sykehus i perioden 1995-98.

Metodevurderingen er utført av en ekspertgruppe ved Senter for medisinsk metodevurdering under ledelse av professor Per Teisberg og med dr.philos Inger N. Norderhaug som prosjektkoordinator.

Resultater

112 vitenskapelige artikler publisert etter York-rapportens utgivelse er vurdert. Av disse viste 87 at sykehus- eller legevolum har betydning for behandlingskvaliteten. Kvalitet er oftest uttrykt med dødelighet eller komplikasjonsrater.

Forskningsaktiviteten omkring volum - kvalitet har hovedsakelig omfattet kirurgiske inngrep. Dokumentasjonen av en volum-kvalitetsammenheng er best for pasienter med kreft eller hjerte- og karsykdommer behandlet med kirurgi. Likedan er det dokumentert at kvaliteten ved organtransplantasjon og AIDS-behandling er bedre ved sykehus med høyt volum.

Derimot er det ved skadebehandling (traumer) og ved ortopediske operasjoner ikke påvist noen konsistent sammenheng mellom volum og dødelighet eller komplikasjoner. (Studiene som omhandler skader er fra USA der behandlingen er organisert i traumesentre med forskjellig "kompetansenivå").

Ved andre sykdommer eller operasjoner som er studert er det utilstrekkelig grunnlag for å trekke sikre konklusjoner.

I rapporten presenteres også oversikt over aktivitetsnivå ved norske sykehus for noen kirurgiske inngrep og medisinske diagnoser. Oversikten viser at mange norske sykehus utfører planlagte kirurgiske inngrep og medisinsk behandling med et volum som til dels er meget lavt.

Kommentar

Vitenskapelige arbeider om volum-kvalitetsrelasjoner er utsatt for flere mulige feilkilder. Et viktig aspekt ved denne rapporten er at slike feilkilder er diskutert, og studiene er kritisk vurdert for å redusere feilkildenes effekt på resultatene.

Kunnskapen om volum-kvalitet er hovedsakelig basert på informasjon fra studier utført i USA. Kun fem av studiene i denne og York-rapporten er fra Norge eller omfatter norske sykehus. Kunnskap om forhold ved norske sykehus burde ideelt sett benyttes som utgangspunkt for vurderinger om volum-kvalitetsdimensjoner i norsk helsetjeneste. Slik kunnskap er i noen grad tilgjengelig, eller kan bli det, gjennom kliniske kvalitetsregistre. Funnene i litteraturen som er vurdert, har likevel relevans for norske forhold.

Selv om de vurderte vitenskapelige arbeidene tyder på at høyere volum gir bedre kvalitet slik kvalitet er definert her, er dette ikke en konklusjon som kan overføres automatisk til andre områder innen medisinsk behandling. Volum-kvalitetsrelasjonen er i svært liten utstrekning studert ved behandling av pasienter med kroniske lidelser og ikke-kirurgiske sykdommer. Størrelsen på volumeffekten er heller ikke vurdert opp mot andre forhold som er avgjørende for kvaliteten. Det finnes også studier som ikke viser noen sammenheng mellom volum og kvalitet, og for enkelte medisinske områder er studiene motstridende.

Kvalitet på behandlingen er i denne og York-rapporten oftest uttrykt ved dødelighet og komplikasjoner i tilknytning til eller etter behandling. Det finnes svært få vitenskapelige arbeider som omhandler langtidseffekter, f.eks. funksjonsnivå, langtidsoverlevelse eller levetid av implantat og reoperasjonsrater (f.eks. ved behandling med leddproteser).

På enkelte områder der det finnes vitenskapelig dokumentasjon, er relevansen for norske forhold klar. Noen sykehus har et så lite volum at man må frykte at kvaliteten ikke er optimal. Volumene er dessuten så små at det er tvilsomt om sykehusene på en meningsfull måte kan si noe om sin egen kvalitet. Oppretting av kvalitetsregistre innenfor områder der volumdimensjonen er av betydning, vil derfor være et viktig kvalitetsfremmende tiltak i Norge.

Denne rapporten vil være et grunnlag for diskusjoner både i fagmiljøene og i helsepolitiske kretser. Rapporten er en utfordring for fagmiljøene i forhold til kravet om å dokumentere resultater ved arbeidet som utføres. Den utfordrer helsepolitikere i forhold til planlegging, oppgavefordeling og sikring av kvalitet. Volum-kvalitetsdimensjonen er ett av mange forhold som må vektlegges og som må balanseres mot andre forhold, f.eks. tilgjengelighet, geografisk likhet og pasienttilfredshet.

SMM vil takke medlemmene av ekspertgruppen for et imponerende arbeid.

1. Konklusjoner

Dokumentasjonsgrunnlaget for sammenhengen mellom pasientvolum og behandlingskvalitet er fra observasjonsstudier. I slike studier kan resultatene lett påvirkes av feilkilder. Samtidig er det lite sannsynlig å gjennomføre randomiserte kliniske studier der effekten av slike feilkilder er redusert. I observasjonsstudier kan man korrigere for noen feilkilder, slik som pasientenes risikofaktorer (case-mix justering). Andre faktorer er ukjente og umulige å gjøre noe med. Observasjonsstudier har imidlertid den fordelen at de kan omfatte en bredere sammensetting av pasienter, sykehus og leger enn det som er mulig å få til gjennom randomiserte studier.

Samlet sett viser denne oppsummeringen av litteraturen at det ikke kan konkluderes om en generell sammenheng mellom volum og kvalitet. Dette aspektet må analyseres for hver enkelt diagnose eller prosedyre. Problemstillingen er mest studert for kirurgisk behandling av hjerte- og kar sykdommer og visse kreftsykdommer.

- Ved behandling av visse kreftsykdommer som kreft i spiserør, bukspyttkjertel og lever er det dokumentert at pasienter behandlet ved sykehus eller av leger med høyt volum har bedre overlevelse enn pasienter behandlet ved sykehus eller av leger med lavt volum.
- Ved behandling av hjerte- og karsykdommer er det dokumentert at pasienter behandlet av sykehus eller kirurger med høyt volum har bedre overlevelse eller mindre alvorlige komplikasjoner etter utblokking av hjertets kransarterier (PTCA), operasjon for abdominale aorta aneurismer, behandling av hjerteinfarkt, aortokoronar bypass og ved barnehjertekirurgi.
- Ved transplantasjoner er det vist at pasienter behandlet ved sykehus med høyt volum har bedre langtidsoverlevelse og organoverlevelse enn pasienter behandlet ved sykehus med lavt volum.
- Ved behandling av pasienter med AIDS er det vist at pasienter behandlet ved sykehus med høyt volum har bedre overlevelse enn pasienter behandlet ved sykehus med lavt volum.
- Ved behandling av traumer foreligger er stort antall studier uten at det er påvist noen konsistent sammenheng mellom volum og mortalitet.
- Ved ortopediske operasjoner (innsettelse av proteser i hofte og kne, og lårhalsbrudd) er resultatene fra litteraturen ikke entydige. Et problem med litteraturen innenfor ortopedi er at endepunktet mortalitet ikke er det mest relevante og at oppfølgingstiden i de fleste studiene ikke er tilstrekkelige til å belyse komplikasjonsproblemer.

2. Innledning

Sammenhengen mellom volum og kvalitet har hatt stor og økende interesse i fagmiljøene og hos beslutningstagere fra de første studiene ble publisert på 60–70 tallet. Interessen for å studere nettopp denne sammenhengen kan spores til hypotesen "øvelse gjør mester", om at sykehus eller leger utvikler eller opprettholder god medisinsk praksis dersom de behandler mange pasienter.

Det finnes flere tidligere utredninger som har oppsummert litteraturen om relasjonen mellom volum-kvalitet. En norsk rapport fra 1993 vurderte litteratur publisert fra 1982 til oktober 1992 (1). Rapporten konkluderte med at det for mange prosedyrer var en sammenheng mellom volum og kvalitet.

En tilsvarende rapport fra det svenske Landstingsförbundet i 1995 konkluderte med at det ikke var noen entydig sammenheng mellom volum og kvalitet (2). Rapporten understreket samtidig at denne typen litteratur er beheftet med mange mulige feilkilder og må tolkes med forsiktighet.

To senere rapporter er utarbeidet som systematiske oversikter: "The relation between hospital volume and quality of health outcomes", en Health Technology Assessment (HTA)-rapport fra University of York, Storbritannia 1997 (3) og "How is volume related to quality in health care?", en rapport fra Institute of Medicine, National Academies, Washington DC, 2000 (4). Arbeidsmetodene for disse skiller seg fra de to første ved at det er utarbeidet kriterier for vurdering av studiekvalitet for å redusere feilkildenes innvirkning på resultatene.

York-rapporten har vurdert litteratur publisert fra 1980-1996, og konkluderer med at det er et stort antall publikasjoner som viser at sykehus med høyt volum har bedre behandlingskvalitet (mortalitet, morbiditet, komplikasjoner) enn sykehus med lavt volum. Dette kan ofte forklares med forskjeller i pasientsammensetning og alvorlighetsgrad mer enn faktiske forskjeller i behandlingskvalitet. Selv om det for enkelte prosedyrer er vist at pasientvolum har betydning for behandlingskvaliteten, trekkes det ikke noen generelle konklusjoner (3).

Rapporten fra Institute of Medicine har kun vurdert litteratur som omhandler behandling av pasienter med kreft, hjerte- og karsykdommer og AIDS. Rapporten konkluderer med at det for mange prosedyrer er slik at pasienter behandlet ved sykehus eller av leger med høyt volum har lavere mortalitet enn pasienter behandlet i sykehus eller av leger med lavt volum (4).

2.1 Volum

Ved gjennomgang av litteraturen er det to ulike problemstillinger som knyttes til begrepet volum. Volum kan være det antall prosedyrer som er nødvendig for å tilegne seg en ferdighet, rett og slett en læringskurve i forbindelse med innføring av en ny teknikk etc. Dette er en problemstilling som ikke er behandlet i denne rapporten.

Volum kan også være det antall prosedyrer som er nødvendig for å opprettholde en ferdighet. I litteraturen skilles det mellom legevolum som sier noe om enkeltlegers nødvendige erfaring med en teknikk eller prosedyre for å kunne tilby en adekvat behandlingskvalitet, og sykehusvolum som reflekterer sykehusenes samlede erfaring med en prosedyre for å kunne opprettholde god behandlingskvalitet.

I noen tilfeller vil erfaringer omfatte flere likeartede prosedyrer, slik at et sykehus eller en lege kan ha liten erfaring med en spesifikk prosedyre, men betydelig mer erfaring med en beslektet problemstilling. Er for eksempel gode resultater ved carotis endarterektomi eller aortaaneurismer avhengig kun av erfaring med disse prosedyrene eller er det kirurgens eller sykehusets totale volum av karkirurgiske prosedyrer som betyr noe? Dette er forhold som i liten utstrekning er vurdert i litteraturen. De aller fleste studiene har analysert volum i forhold til antall pasienter med en gitt prosedyre.

2.2 Tilgrensende problemstillinger

Den foreliggende rapport er avgrenset til studier som har vurdert pasientvolum. Det er flere tilgrensende problemstillinger som ikke er omfattet av denne utredningen med mindre studien også refererer til volum. Dette er studier om organisering av sykehustjenester, som spesialisering av traumeomsorg eller nyfødtafdelinger, eller studier som har sammenlignet behandlingsresultater for spesialister versus ikke spesialister. Fordi krav til spesialisering varierer fra land til land kan det være vanskelig å overføre resultatene fra slike studier til norske forhold.

Studier om sentralisering/regionalisering av behandlingstilbud er heller ikke tatt med i denne utredningen. Dette er opplagt problemstillinger som er aktuelle for norsk helsevesen, men som av hensyn til omfanget av utredningen ikke er vurdert. Kunnskap om resultater fra volum-kvalitet studier vil likevel kunne gi relevant informasjon om slike forhold.

3. Mandat og metode

3.1 Mandat

Utredningsgruppen ble bedt om å utføre en systematisk gjennomgang av litteraturen om sammenhengen mellom pasientvolum og behandlingskvalitet. Dette omfattet:

- litteratur som har vurdert betydningen av pasientantallet for behandlingskvaliteten på sykehus og på legenivå (eller annet helsepersonell)
- vurdering av hvilken betydning resultatene fra internasjonale data har for det norske helsevesenet

Utredningsgruppen har valgt å bygge utredningen på resultatene fra York-rapporten (tidsrommet 1980-1996), og derfor begrenset vurderingen til litteratur publisert etter 1996. Videre har gruppen valgt å vurdere litteratur om pasientvolum og behandlingskvalitet, og ekskludert studier om tilgrensende problemstillinger (sentralisering, læringskurver).

3.2 Litteratursøk og litteraturvurdering

Systematiske oversikter ble identifisert ved søk i NHS-HTA databasen (<http://agatha.york.ac.uk/welcome.htm>), og en systematisk oversikt (York-rapporten) ble identifisert. Det var ingen aktuelle litteraturoversikter fra Cochrane Library om dette temaet (<http://www.update-software.com/cochrane/cochrane-frame.html>).

3.2.1 York-rapporten "The concentration and choice in the provision of hospital services"

Rapporten fra University of York er en systematisk gjennomgang av litteratur fra perioden 1980 -1996. Rapporten består av tre deler, samt en oppsummering.

Part I: The relationship between hospital volume and quality of health outcome (3)

Part II: The relationship between volume and the scope of activity and hospital costs (5)

Part III: The relationship between concentration, patient accessibility and utilization of services (6)

Litteratur ble identifisert ved søk i Medline, Embase, Health planning and administration, Dissertation abstracts and Entis (research report database), Medcar (manuelt), fra referanselister, eksperter og andre HTA-organisasjoner.

Totalt ble 221 publikasjoner identifisert som omfattet prosedyrer innenfor kardiovaskulær kirurgi, respirasjonsmedisin, abdominale prosedyrer, ortopedisk kirurgi, intensivbehandling, urologi/gynekologi, behandling av skader, AIDS, katarakt, kreftbehandling, samt generell medisinsk behandling.

3.3 Egen vurdering

Primærstudier ble identifisert ved søk i databasene Medline, Embase og Health Star for perioden januar 1997 t.o.m. desember 2000 med spesifisert søkestrategi (se vedlegg 1). Det ble også søkt i Medline (Pub-med) etter "related articles" for hver artikkel som ble identifisert i hovedsøket, for å komplettere søket. Litteratursøkene resulterte i 2889 treff, 808 av disse ble vurdert på abstrakt nivå og 383 artikler ble bestilt for vurdering i henhold til inklusjonskriteriene. 112 artikler ble inkludert.

3.3.1 Inklusjonskriterier

Studier som tilfredsstilte følgende kriterier ble inkludert:

- Studier som sammenligner behandlingsresultater for pasienter behandlet ved sykehus/sentere eller av leger med forskjellig pasientvolum.
- Studier av behandlingsresultater ved høy- eller sykehus med lavt volum sammenlignet med publiserte resultater fra andre sykehus.

Endepunkter som er vurdert:

- mortalitet
- morbiditet, komplikasjoner, herunder reoperasjon
- psykososiale faktorer
- livskvalitet
- transplantatoverlevelse

3.3.2 Eksklusjonskriterier

Artikler som ikke eksplisitt handlet om volum er ekskludert. Dette omfatter artikler som har vurdert effekten av regionalisering/sentralisering, organisering av sykehus eller avdelinger, spesialisering av sykehus eller leger (f. eks. traumesentre, kardiologer) og betydningen av kliniske retningslinjer, for behandlingskvalitet. Artikler som har beregnede volumverdier er ekskludert.

Alle studier ble uavhengig vurdert av minst to personer. Dersom disse personene var uenige om en artikkel ble den vurdert av en tredje person.

3.3.3 Studiekvalitet

En innvending mot observasjonsstudier om volum og kvalitet er at forskjeller i utfall (dødelighet, komplikasjoner, morbiditet) kan skyldes pasientrelaterte risikofaktorer som det ikke alltid er mulig å korrigere for.

For å redusere bidraget fra denne og andre mulige feilkilder er det lagt vekt på følgende elementer ved vurdering av studiekvalitet:

- a) Studiedesign: Prospektive studier har generelt en bedre design enn retrospektive. De fleste studier innenfor dette feltet er retrospektive analyser av allerede tilgjengelige data.
- b) Pasientdata: Studier som har kombinert administrative data med klinisk informasjon eller som har analysert pasientjournaler eller kliniske registerdata kan justere for pasientenes risikofaktorer (se case-mix justering tabell I). Studier basert på administrative data har begrenset informasjon om pasientenes kliniske situasjon, og kan vanligvis ikke korrigere tilstrekkelig for eventuelle forskjeller i pasientenes risikofaktorer.
- c) Seleksjonsbias: At antall pasienter som er inkludert er beskrevet, samt om det er gitt en begrunnelse for eksklusjon. Se punkt 3.4.1.

d)Konfunderende faktorer: Ved sammenligning av sykehus er det spesielt viktig at pasientgrunnet er så likt som mulig eller at det er korrigert for forskjeller (case-mix).

Følgende skala for gradering av studier i henhold til justering for case-mix er benyttet:

Gradering for case-mix

0	Ingen korreksjon
I	Korreksjon for alder og kjønn
II	Korreksjon for alder, kjønn og sykdommens alvorlighetsgrad eller alvorlig komorbiditet
III	Korreksjon for alder, kjønn, sykdommens alvorlighetsgrad og alvorlig komorbiditet

Tabell I: Kriterier for vurdering av studiekvalitet, dette er i hovedsak de samme som er benyttet i York-rapporten.

Ved syntese av resultatene er det lagt vekt på studier som har grad II- eller III-justering for case-mix.

3.4 Metodeproblemer

Det er flere innvendinger mot å bruke data fra observasjonstudier fordi det er flere feilkilder som kan påvirke resultatene. I all enkelhet kan systematiske feil deles i to hovedgrupper: skjevheter i seleksjon av pasienter (seleksjonsbias) eller skjevheter i informasjon (informasjonsbias) mellom sykehus med høyt eller lavt pasientvolum.

3.4.1 Seleksjonsbias

Pasientgrunnet ved sykehusene som sammenlignes kan være forskjellig. Det kan illustreres ved at små sykehus i noen tilfeller har en høyere andel pasienter med akutte lidelser, og disse kan ha høyere risiko for dødelig utfall. Dersom det ikke justeres for slike forskjeller, kan sykehus med lavt volum feilaktig komme dårligere ut av en undersøkelse enn sykehus med høyt volum.

En annen type seleksjonsbias er at sykehus kan selektere bort høyrisikopasienter fra behandling eller også fra studien.

I mange studier har man hatt tilgang på detaljerte opplysninger om pasientene, og kan kontrollere for ulikheter i pasientpopulasjonen ved å ta hensyn til pasientenes helsetilstand før behandlingen, og justere for grad av alvorlighet og for komorbiditet i den statistiske analysen (case-mix-justering).

3.4.2 Informasjonsbias

Skjevhet i informasjon kan skyldes varierende informasjon om hver enkelt pasient. Dersom de samme data benyttes til betalingssystemer for behandlingen, er det velkjent at kodepraksis og informasjonsmengde om hver enkelt pasient vil endre seg over tid og tilpasse seg de økonomiske oppgjørsformer (7). Dette kalles på engelsk for "data-creep" og har i perioder vært et betydelig problem. Feil i de foreliggende data av denne type

kan heller ikke rettes opp i statistiske analyser.

Det kan være av avgjørende betydning om kliniske data som benyttes for justering av "case-mix" er samlet inn før innleggelse eller om de også omfatter data fra oppholdet. I de aller fleste studiene i denne undersøkelsen er det umulig å klart skille mellom pasientenes tilstand før innleggelse og under oppholdet (8,9). Eksempelvis, hvis hjertestans er oppført som en av diagnosene ved utskrivning, er det umulig å vite om den inntrådte før innleggelsen eller var en følge av behandlingen eller manglende behandling under oppholdet.

En annen mulig feilkilde er at kvaliteten på pasientinformasjonsdata kan være systematisk forskjellig mellom små og store sykehus. Det er mulig at store sykehus (spesielt akademiske) har mer informasjon om pasientene fordi materialet ofte brukes i forskning. Man kan derfor bedre justere for pasientrelaterte risikofaktorer.

3.4.3 Problemer knyttet til studiedesign

Nesten alle studiene i dette arbeidet er basert på data som er innsamlet som del av administrative eller økonomiske data. Data er samlet inn fortløpende, og på et senere tidspunkt har forskere benyttet de samme data for å se på sammenhengen mellom volum og kvalitet. Analysen kalles derfor retrospektiv.

En viktig innvending mot slike studier er om de som har registrert utfallet av behandlingen også har oppgitt informasjon om pasientens bakgrunnstilstand og behandling. Man kunne for eks. tenke seg at dersom pasienten dør under oppholdet vil det kodes flere alvorlige bivirkninger og annen komorbiditet. Da vil det se ut som om sykehuset mottok mer alvorlig syke og at deres eventuelt høyere dødelighet skyldtes dette forhold. Dette problemet kan unngås ved en prospektiv studie, der informasjon om pasientens sykdom, komorbiditet og behandlingsresultater er registrert uavhengig av hverandre. Da vil ikke kunnskap om utfallet (f.eks. død senere i oppholdet), kunne påvirke de opprinnelige data om sykdommens art og omfang.

3.5 Kartlegging av antall prosedyrer ved norske sykehus

I samarbeid med Norsk pasientregister (NPR) ble det for et utvalg av prosedyrer og diagnoser innhentet informasjon om antall prosedyrer ved norske sykehus for perioden 1995-98 (4 år). Søket har tatt utgangspunkt i prosedyrekode og/eller diagnosekode (hoved/bidiagnose), og rapporterer antall pasienter innlagt i sykehuset for en gitt prosedyre og eller diagnose. Det ble også innhentet informasjon om innleggingsmåte (elektiv, akutt eller annen), liggetid og utskrivningstatus (død, hjem, eller annen institusjon).

Data fra NPR er fremstilt for å belyse hvilke prosedyrevolum som er aktuelle ved norske sykehus. De reelle tallene kan avvike noe fra det som fremkommer her. Dette kan skyldes feilkoding av prosedyre, overføring av pasient fra et sykehus til et annet, interne overføringer i sykehuset, etc. Data belyser likevel omfanget av virksomheten ved norske sykehus for enkelte prosedyrer, og kan benyttes som utgangspunkt for grundigere analyser av den reelle virksomheten der hvor våre data viser stor spredning.

4. Resultater

I dette kapittelet presenteres resultatene fra litteraturvurderingene. Dette er gitt som en oppsummering av dokumentasjonen innenfor hvert felt. Detaljer om hver enkelt studie er gitt i evidensstabellene (vedlegg 2). Ved oppsummeringen er det lagt vekt på studier som har god justering for case-mix (grad II eller III). Studier med dårligere justering er referert, men ikke tillagt betydning.

Denne vurderingen omfatter SMMs egen vurdering av litteratur fra 1997 – 2000, samt oppsummering av resultater fra York-rapporten. Konklusjonene er en samlet vurdering av resultatene fra begge vurderingene

For noen prosedyrer er det også gitt en beskrivelse av volum ved norske sykehus.

4.1 Kreft

Det foreligger en rekke studier som har vurdert betydningen av sykehus eller kirurgvolum ved behandling av pasienter med kreft. Dette retter seg i hovedsak mot studier som har vurdert kirurgisk behandling. Flere av studiene er basert på analyse av data fra kreftregistre.

4.1.1 Kreft i tykktarm og endetarm (kolorektal kreft)

14 studier har vurdert betydningen av pasientvolum for mortalitet ved behandling av kreft i tykktarm og endetarm. Fire studier har vurdert tykktarm- og endetarmskreft samlet, men rapporterer forskjellige resultater. En av studiene fant ingen sammenheng mellom volum og treårs overlevelse ved analyse av regionale kreftregisterdata fra England (10). Den andre studien viste at sykehus med høyt volum (> 33 operasjoner/år) hadde noe høyere dødelighet etter to år enn sykehus med lavt volum (11). Studien bygget på prospektivt innsamlede data fra The Northern Ireland colorectal cancer register. Den tredje studien viste at sykehus med lavt volum (< 8 prosedyrer/år) hadde ca 20% høyere dødelighet enn alle andre sykehus, dvs. ingen videre bedring med større volum (40-70 versus 70 eller flere) (12).

En fjerde studie som vurderte data for kreft i tykktarm og endetarm separat, analyserte betydningen av kirurgenes og avdelingenes pasientvolum. Det ble vist at pasienter behandlet ved avdelinger med høyt volum hadde bedre femårs overlevelse for behandling av endetarmskreft, men ikke for tykktarmskreft (13). Derimot ble det vist at høyt kirurgvolum ga økt overlevelse for kreft i tykktarmen, men ikke for endetarmskreft.

Fem studier har vurdert behandling av pasienter med tykktarmskreft alene. En av studiene er en stor amerikansk undersøkelse basert på opplysninger fra Medicare (offentlig helsefinansiering for personer 65 år og eldre) koblet mot de 11 kreftregistrene i SEER-samarbeidet (Surveillance, Epidemiology and End Results) (14). Studien viste at pasienter behandlet ved sykehus med lavt volum hadde redusert overlevelse

sammenlignet med pasienter behandlet ved sykehus med høyt volum (2% høyere 30-dagers dødelighet og 18% høyere langtidsdødelighet). Tilsvarende viste en svensk kreftregisterundersøkelse (Cancerregistret ved Sosialstyrelsen) en effekt av volum (15), men samtidig en viss utjevning av forskjellene mellom sykehus med høyt og lavt volum over tid. Denne studien var godt justert for case-mix (III), fordi den dekker definerte geografiske områder. En annen studie fant ingen forskjell i mortalitet mellom små og store sykehus (16). Denne studien vurderte betydningen av sykehusvolum for mortalitet etter åpen kolektomi, men omfattet hovedsakelig pasienter med benigne (godartet) tilstander, kun 19% hadde malign (ondartet) diagnose. Studien var relativt godt justert for pasientenes risikofaktorer (grad II). To studier med dårlig justering for case-mix (I) er vurdert, men resultatene fra disse tillegges ikke betydning (17,18).

Fem studier har vurdert behandling av kreft i endetarmen (rektum). Tre av disse rapporterer bedre resultater for pasienter behandlet av sykehus eller kirurger med høyt volum. En studie fra det svenske kreftregisteret med 30 811 pasienter, fant 4% forskjell i femårs overlevelse mellom pasienter behandlet ved store regionale sykehus versus små lokalsykehus (19). Det var ikke angitt grenser for lavt og høyt volum.

I en reanalyse av et svensk kontrollert klinisk forsøk med 1399 pasienter ble det ikke funnet noen direkte volum – kvalitet sammenheng (20). Resultatene fra noen sykehus med lavt volum (mindre enn 6 operasjoner per år) var like gode som ved sykehus med høyt volum (> 10 operasjoner per år). Men pasienter operert ved universitetssykehus hadde en redusert dødsrisiko i oppfølgingsperioden (relativ risiko 0.8) sammenliknet med lokalsykehus.

En studie fra Canada basert på data fra Ontario Cancer Registry med 1 072 pasienter viste ingen effekt av volum på overlevelse (21). Høyt volum var her >18 og lavt volum <12 operasjoner/år.

En større studie med 2006 pasienter basert på data fra Los Angeles, et av de regionale kreftregistre i SEER-programmet, analyserte sammenhengen mellom volum og type kirurgi (22). Denne studien fant at pasienter med lokalisert kreft (uten spredning) behandlet ved sykehus med høyt volum hadde bedre overlevelse etter fem år enn pasienter behandlet ved sykehus med lavt volum (relativ risiko for overlevelse 1.6 for høy versus lavt volum). Tilsvarende var det 10 % bedre overlevelse for pasienter med utbredt kreft behandlet ved sykehus med høyt volum (konfidensintervall ikke gitt). Terskelverdi for volum var 5 prosedyrer per år. En retrospektiv analyse av sykehusjournaler i Canada fant bedre resultater for kirurger med høyere volum (> 3 prosedyrer/år) (23).

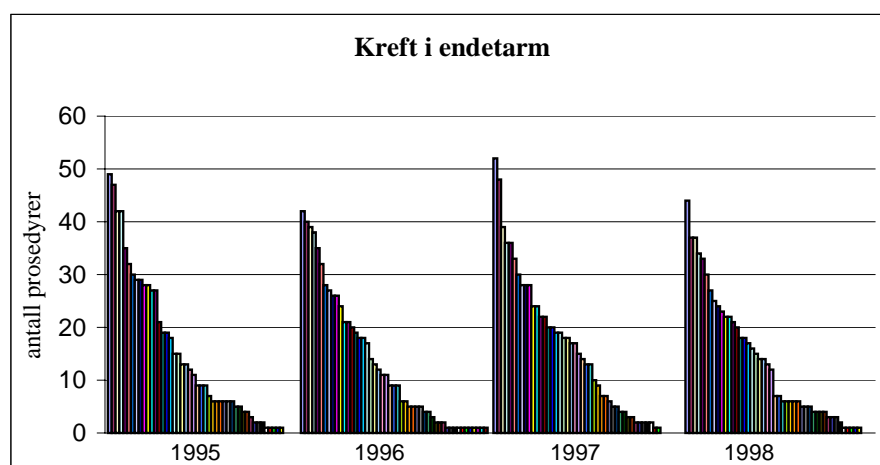
York-rapporten viser til syv studier som har vurdert volum-kvalitetsrelasjonen ved behandling av pasienter med kreft i tykk- eller endetarm. Resultatene fra disse viser stor variasjon og gir ikke grunnlag for entydige konklusjoner.

Oppsummering

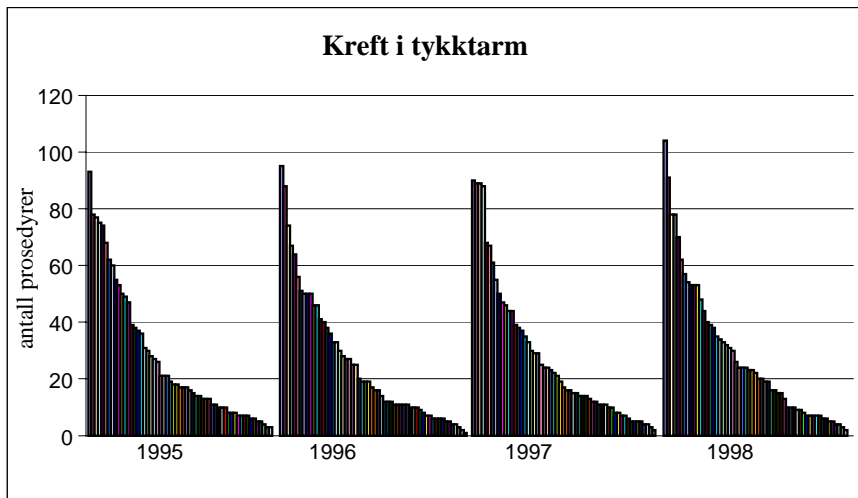
Volum-kvalitetsrelasjonen ved behandling av kreft i tykktarm og endetarm er vurdert i 21 studier, uten at det er mulig å konkludere om sammenheng mellom volum og kvalitet. Til det varierer resultatene for mye. Mange studier har analysert tykktarm- og endetarmskreft under ett, og det er resultater som indikerer at volumrelasjonen kan ha større betydning ved behandling av kreft i endetarm enn tykktarm. Ved endetarmskreft er det en overvekt av resultater som viser at pasienter behandlet ved sykehus og av kirurger med høyt volum har bedre overlevelse enn pasienter behandlet på sykehus eller av leger med lavt pasientantall. Det er de siste årene utviklet nye metoder for kirurgisk behandling av endetarmskreft. Det foreligger ikke kunnskap om volum-kvalitetsrelasjonen for dette nye prinsippet for behandling.

Prosedyrenivå ved norske sykehus

Oversikt fra Norsk Pasientregister (NPR) viser at operasjoner for kreft i endetarm (figur 1) og tykktarm (figur 2) er spredt på mange sykehus. I løpet av de fire årene som er undersøkt var det 13-21 sykehus som opererte mindre enn seks pasienter i året for endetarmskreft, og 4-14 sykehus opererte 1-2 pasienter i året. Tilsvarende var det 5-7 sykehus som opererte mindre enn seks pasienter for kreft i tykktarm. En mulig årsak til lavt volum er behandling av pasienter som øyeblikkelig hjelp. Analyse av innleggelsesmåte viste at 1/3 av pasienter med kreft i tykktarm var innlagt som øyeblikkelig hjelp. Alle sykehus, selv de med lave volum har også utført elektive operasjoner. For pasienter med endetarmskreft var det for sykehus med lavt volum (< 10 prosedyrer/år) dobbelt så mange tilfeller av akutte innleggelser enn for sykehus med høyere volum.



Figur 1: Viser antall operasjoner for kreft i endetarmen (prosedyrekode 4820-22, diagnosekode 154) utført ved norske sykehus 1995-1998. Alle sykehus som har utført prosedyren er vist.



Figur 2: Viser antall operasjoner for kreft i tykktarmen (prosedyrekode 4640-49, diagnosekode 153, ikke 153.3) utført ved norske sykehus 1995-1998. Alle sykehus som har utført prosedyren er vist.

4.1.2 Kreft i bukspyttkjertelen

Det foreligger resultater fra åtte studier som har vurdert betydningen av sykehusvolum (16,24-30) eller kirurgvolum (25) ved reseksjon av bukspyttkjertelen. To av studiene har imidlertid analysert samme materiale med forskjellig endepunkt, og regnes som en studie (24,26). Alle studiene var fra Nord-Amerika, og hovedsakelig retrospektive analyser av administrative databaser, med ett unntak der en har analysert kliniske pasientdata. Studiene var godt eller relativt godt justert for pasientenes risikofaktorer (grad II og III).

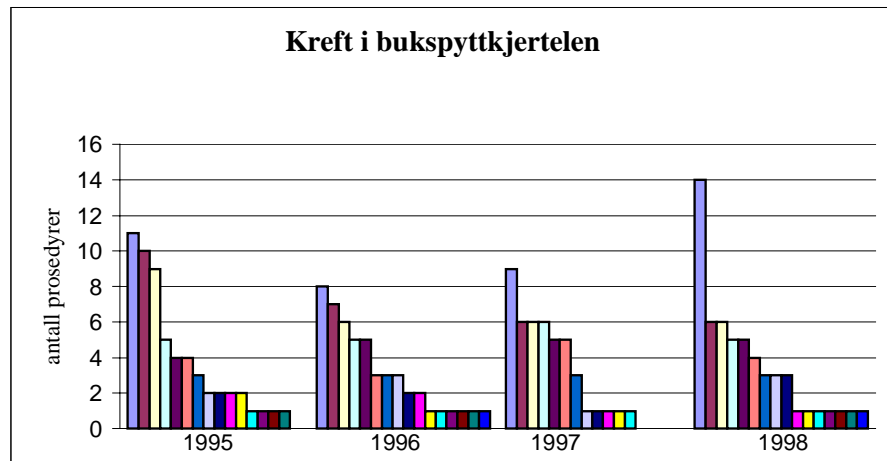
Alle studiene fant at pasienter behandlet på sykehus med høyt volum hadde redusert dødelighet, mens kirurgens betydning ikke var entydig. De ulike studiene opererer med forskjellige verdier for volum. Sykehus med lavt volum hadde fra 1-25 prosedyrer og sykehus med høyt volum fra 5-50. En studie definerte høyt volum som > 200 prosedyrer per år (16). Denne studien er noe spesiell fordi den sammenligner et sykehus med veldig høyt volum (John Hopkins) med de andre sykehusene i Maryland som har betydelig lavere volum (16).

Oppsummering

Samlet viser de syv studiene i denne utredningen og to studier fra York-rapporten at det er en klar sammenheng mellom økt sykehus- eller kirurgvolum og redusert mortalitet eller morbiditet. Denne sammenhengen er entydig for sykehusvolum, men det er også en mulig betydning av kirurgens volum (tre av fire studier).

Prosedyrenivå ved norske sykehus

Oversikt fra NPR viser at 45-58 pasienter ble operert for kreft i bukspyttkjertelen ved 12-16 sykehus (figur 3). Av disse behandlet 5-8 sykehus 1-2 pasienter i året.



Figur 3: Viser antall operasjoner for kreft i bukspyttkjertelen (prosedyrkode 5510-13, diagnosekode 157) utført ved norske sykehus 1995-1998. Alle sykehus som har utført prosedyren er vist.

4.1.3 Brystkreft

To studier har vurdert volum-kvalitetsrelasjonen ved behandling av pasienter med brystkreft. En studie fra New York basert på utskrivningsregistre viste bedret femårs overlevelse for pasienter operert i sykehus med høyt volum (31). Denne studien har ikke justert for kreftstadium (grad II for justering for risikofaktorer).

Tilsvarende viser en spørreskjemaundersøkelse med finske pasienter, at de som ble operert i sykehus med høyt volum hadde mindre subjektive plager etterpå (32). Denne studien har god justering for risikofaktorer (III). Begge disse studiene indikerer en positiv effekt av høyt volum.

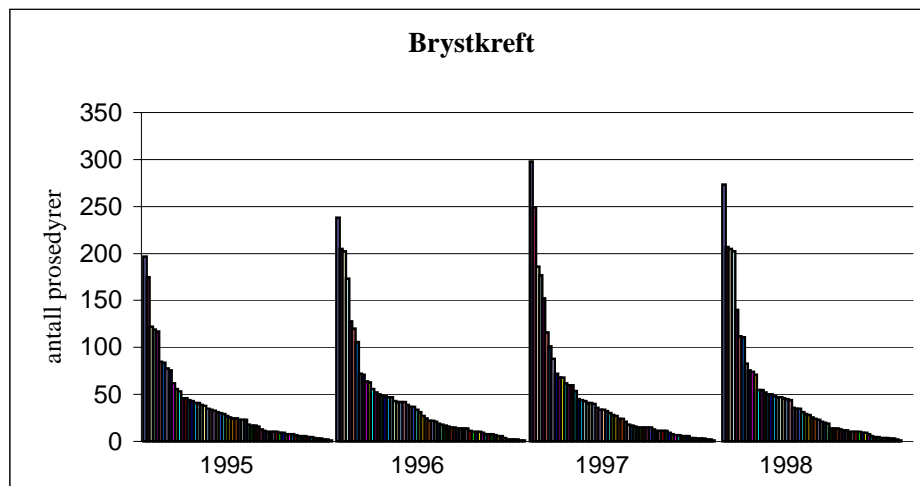
York-rapporten viser til tre studier som har vurdert behandling av brystkreftpasienter. To av tre studier i rapporten viste en sammenheng mellom sykehusvolum eller legevolum og overlevelse, mens en studie ikke fant noen forskjell i overlevelse ved lav- og høyvolumssykehus.

Oppsummering

Samlet sett er det en overvekt av studier som viser at pasienter behandlet ved sykehus med høyt volum har bedre overlevelse enn pasienter behandlet ved sykehus med lavt volum.

Prosedyrenivå ved norske sykehus

Oversikt fra NPR viser at operasjon av pasienter med brystkreft er utført ved 57-60 sykehus (figur 4). Til sammen ble det utført 2150-2609 årlige operasjoner for brystkreft, og 13-17 sykehus utførte mindre enn 10 operasjoner i året.



Figur 4: Antall operasjoner for brystkreft (prosedyrekoder 3810-3819 og 3820-3829, diagnosekoder 174 og 196.3) ved norske sykehus.

4.1.4 Leverkreft

Fire studier har vurdert volum-kvalitetssammenhengen for pasienter med leverkreft. Studiene omfatter leverreseksjon ved primær leverkreft eller ved spredning til lever. Dette er retrospektive studier av utskrivingsdata eller administrative databaser, og alle er relativt godt justert for case-mix (II eller III). Alle studiene viste at sykehus med høyt volum hadde bedre behandlingsresultater i form av enten operativ mortalitet (33), mortalitet på sykehus (16,34) eller 30 dagers mortalitet (29). Studiene viste en økning i risiko for dødelige komplikasjoner ved sykehus med lavt volum på 2-6 ganger sammenlignet med sykehus med høyt volum. Studiene hadde imidlertid varierende verdier for høyt og lavt volum, fra 3-21 operasjoner i året for sykehus med høyt volum, og 1-2 operasjoner/5 år til < 7-20 for sykehus med lavt volum. En studie oppgir høyvolum som > 200 operasjoner/år, denne studien er noe spesiell fordi den sammenligner John Hopkins med andre sykehus i Maryland. Volumet ved dette sykehuset er betydelig høyere enn for de andre sykehusene som er med i undersøkelsen (16). Det er ikke mulig fra disse studiene å angi noen grenser for volum. York-rapporten har ikke data om behandling av leverkreft.

Oppsummering

Det kan på bakgrunn av disse studiene konkluderes med at sykehus med høyt volum har lavere mortalitetsrater enn sykehus med lavt volum ved behandling av pasienter med leverkreft.

4.1.5 Prostatakraft

To studier fra USA og en fra Australia har vurdert betydningen av sykehusenes pasientvolum ved transuretral eller åpen prostatektomi for prostatakraft (35-37). Alle er retrospektive analyser av administrative pasientdata, men har god justering for case-mix (grad II eller III). Den ene studien viser en kontinuerlig forbedring i både komplikasjoner og 30 dagers dødelighet med økende volum, men ingen forbedring dersom volum økes over tid på samme sykehus (36). Den andre studien fant en statistisk signifikant sammenheng mellom volum og dødelighet på sykehus, men denne har liten

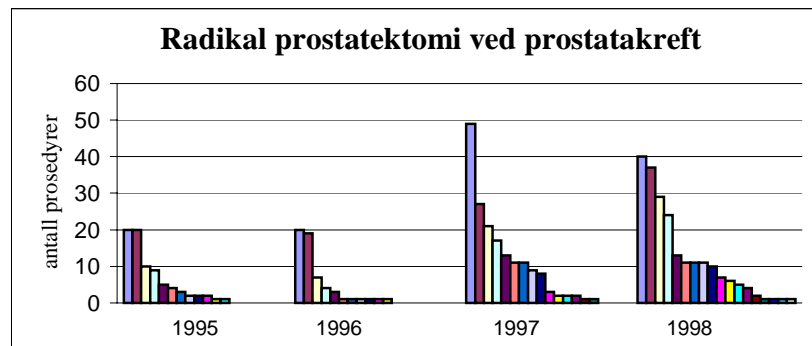
klinisk betydning fordi dødeligheten er meget lav 0.25% (35). Ansari undersøkte dødelighet blant 14 190 pasienter med benign eller malign tilstand, behandlet med transuretral eller åpen prostatektomi ved 36 australske sykehus. Det ble ikke funnet noen forskjell mellom sykehus med forskjellige pasientvolum (37).

Oppsummering

Mortalitet ved prostatektomi er meget lav, det kreves derfor meget store materialer for å kunne registrere nok utfall til å analysere effekten av volum. Derfor rettferdiggjør ikke resultatene en entydig konklusjon. York-rapporten inneholdt ikke data for denne krefttypen. Ingen studier har vurdert funksjonelle parametere (impotens, inkontinens) som er av stor betydning ved inngrep på prostata.

Prosedyrenivå ved norske sykehus

Oversikt fra NPR viser at det har vært en økning i antall radikale prostatektomier for prostatakrefte fra 79 operasjoner i 1995 til 214 i 1998 (figur 5). Behandling av disse pasientene ble utført ved 11-17 sykehus, og 5-6 sykehus utførte i denne perioden 1-2 operasjoner i året.



Figur 5: Viser antall operasjoner for prostatakrefte (prosedyrekode 6630-39, diagnosekode 185) utført ved norske sykehus 1995-1998. Hver søyle representerer et sykehus.

4.1.6 Operasjon av kreft i spiserøret

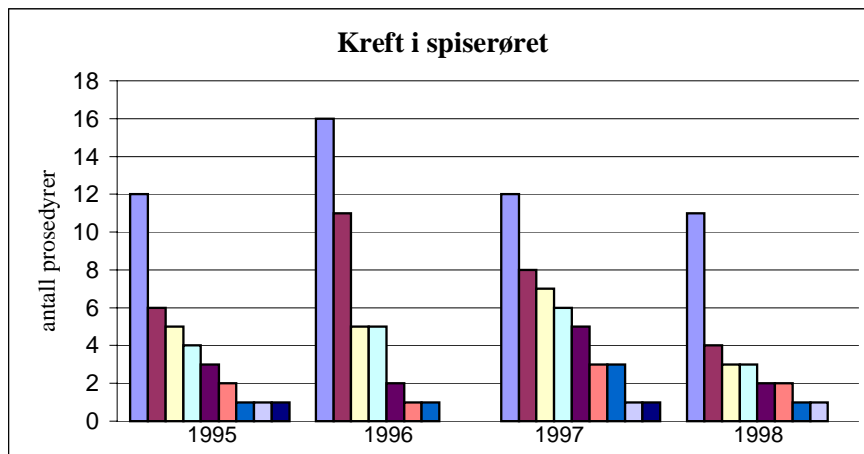
Fire studier har vurdert betydningen av sykehusvolum ved operasjon av kreft i spiserøret. Studiene bygger dels på pasientadministrative databaser, og dels på kreftregisterdata fra USA (SEER-programmet). Alle studiene konkluderer med at økt volum gir bedre resultater i form av lavere sykehusdødelighet eller 30 dagers dødelighet (16,29,38,39). Verdier for lavt volum er fra <1-11 prosedyrer per år, og høyt volum fra 5-30 prosedyrer per år. En studie har sammenlignet et sykehus (John Hopkins) som har betydelig høyere volum (> 200 operasjoner/år) enn de andre sykehusene som er med i undersøkelsen (16).

Oppsummering

York-rapporten har vurdert en studie som viser at kirurgens pasientvolum har betydning både for operativ mortalitet og femårs overlevelse. Samlet viser derfor dokumentasjonen at det er en sammenheng mellom sykehusenes pasientvolum og dødelighet etter operasjon for kreft i spiserøret.

Prosedyrenivå ved norske sykehus

Oversikt fra NPR viser at det ble utført fra 27-46 operasjoner for kreft i spiserøret ved 7-9 sykehus (figur 6). Av disse var det 3-7 sykehus som utførte mindre enn fem operasjoner i perioden 1995-1998.



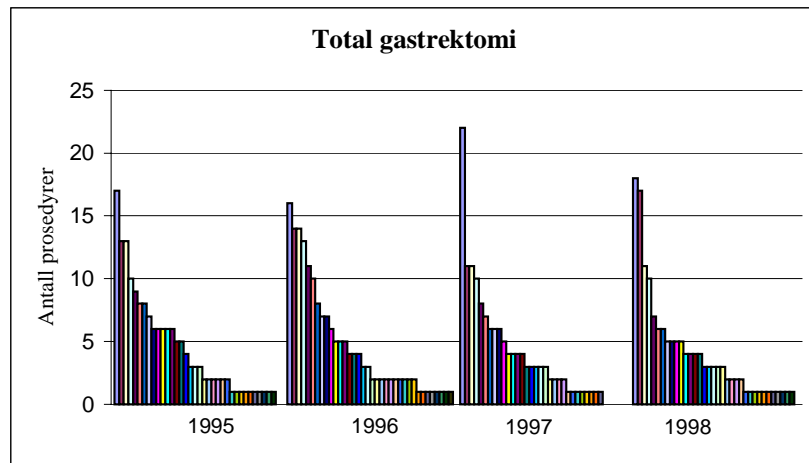
Figur 6: Viser antall operasjoner for kreft i spiserøret (prosedyrekode 2820-29, diagnosekode 150) utført ved norske sykehus 1995-1998. Hver søyle representerer et sykehus.

4.1.7 Operasjon for kreft i magesekk (total gastrektomi)

En studie har vurdert betydningen av sykehusvolum ved fjerning av magesekken (total gastrektomi) (16). Denne studien er en retrospektiv analyse av administrative data, og har sammenlignet et sykehus med høyt volum (Johns Hopkins) med 51 andre sykehus. Studien er relativt godt justert for pasientenes risikofaktorer (case-mix II). Det ble ikke funnet noen sammenheng mellom sykehusvolum og mortalitet. Disse resultatene sammenfaller med resultatene fra en studie som er vurdert i York-rapporten, som ikke fant noen effekt av volum verken på sykehus- eller kirurnivå.

Prosedyrenivå ved norske sykehus

Oversikt fra NPR viser at det ble utført 139-167 gastrektomier ved norske sykehus i perioden 1995-1998 fordelt på 31-36 sykehus (figur 7). 12-17 sykehus utførte 1-2 prosedyrer i året.



Figur 7: Viser antall totale gastrektomier ved kreft (prosedyrekode 4430-4439, diagnosekode 531-537) utført ved norske sykehus 1995-1998. Hver søyle viser antall prosedyrer ved et sykehus.

4.1.8 Operasjon for lungekreft

To studier har vurdert betydningen av sykehusvolum for mortalitet ved reseksjon av lunge (29,40). Begge studiene var godt justert for case-mix (III). Det ble ikke funnet noen effekt av volum for resultatene ved lungereseksjon.

4.1.9 Maligne blodsykdommer

To studier har vurdert betydningen av sykehusvolum ved behandling av pasienter med akutt leukemi eller myelomatose. Begge studiene er retrospektive analyser av kliniske studier. Ved behandling av leukemipasienter viser data fra England og Wales, at pasienter behandlet ved universitetssykehus sammenlignet med andre sykehus hadde samme overlevelse. Det var heller ingen effekt av pasientvolum (41). En tilsvarende analyse av pasienter basert på data fra Finland, viste at sykehusvolum ikke har betydning for overlevelse for pasienter med myelomatose (42).

4.2 Ortopedi

Ni studier som har vurdert sammenhengen mellom volum og kvalitet for ortopediske prosedyrer, er inkludert. Dette omfatter proteseoperasjoner i hofter og knær, behandling av hoftefrakturer og andre ortopediske inngrep på nakke og rygg.

4.2.1 Proteseoperasjoner i hofter og kne

Sju studier har vurdert sammenhengen mellom volum og mortalitet eller revisjonsrate ved proteseoperasjoner. Av disse har fire studert hofteproteser, to kneproteser og en begge deler. Studiene har hentet data fra administrative databaser som inneholder så vel kliniske data som sykeforsikringsdata. Fem av studiene er utført i USA, en i Canada og en i Norge.

En stor prospektiv studie av sykehus fra The Veterans Health Administrative Database har vurdert hofteproteser som én av åtte prosedyrer (40). Det ble gjort en omfattende justering for pasientsammensetning (case-mix III). Sykehus med lavt volum hadde inntil 10 årlige operasjoner, og sykehus med høyt volum hadde mellom 23 og 55 årlige operasjoner. Det ble ikke funnet noen statistisk signifikant sammenheng mellom 30 dagers mortalitet og sykehusenes prosedyrespesifikke volum.

En prospektiv studie fra Norsk Leddproteseregister har vurdert revisjonsrate 6,5 år etter innsetting av sementerte og ikke-sementerte hofteproteser (43). Fra dette kliniske registeret er det hentet informasjon om hofteproteser for perioden 1988-1996. Studien er justert for forskjeller i pasientsammensetning mht demografiske forskjeller og sykdomsrelaterte forskjeller, men mangler justering for komorbiditet (case-mix II). Databasen inneholder ikke informasjon om operatør, og den vurdering av legevolum som beskrives, er rent arbitrær og tillegges derfor liten vekt her.

For de sementerte hofteprotesene, som er de vanligste operasjonene, fant studien ingen relasjon mellom høyt volum og bedre resultater. Tvert om ble det funnet en høyere revisjonsrate etter 6,5 år ved de sykehus som hadde et høyt volum (5,1%) enn ved sykehus med lavt volum (3,8%). Denne forskjellen var imidlertid ikke statistisk signifikant, $p=0,08$. For de sjeldnere innsatte usementerte protesene ble det derimot påvist en sammenheng mellom høyt volum og bedre resultat. Revisjonsraten for usementerte proteser var 12,2% i sykehus med lavt volum (<10 årlige operasjoner) og 5,0% i sykehus med høyt volum, denne forskjellen var statistisk signifikant ($p<0,001$).

Kreder har publisert to studier der problemstillingen er elektive hofteproteser relatert til lege- og sykehusvolum. Den ene studien var utført på materiale fra USA (44) og den andre studien var utført i Canada (45). Studiene har god justering for pasientsammensetning (case-mix III). For hofteproteseoperasjoner var det for få dødsfall under den initiale innleggelsen til at statistisk signifikante forskjeller kunne fremstilles på sykehusnivå og på legenivå. For komplikasjoner under det initiale oppholdet ble det ikke funnet noen forskjell mellom sykehus med høyt og lavt volum. Den amerikanske studien viste at leger med lavt volum hadde mer alvorlige komplikasjoner under den initiale innleggelsen, høyere dødelighet, flere infeksjoner og flere revisjoner etter 3 måneder og etter 1 år (44) enn leger som hadde høyt operasjonsvolum. Den canadiske studien fant ingen betydning av legevolum for noen av disse endepunktene (45). En mulig forklaring på forskjellen mellom de to studiene kan være at grensen for lavt legevolum var satt betydelig lavere i den amerikanske undersøkelsen (< to årlige operasjoner) sammenlignet med den canadiske (< ni årlige operasjoner).

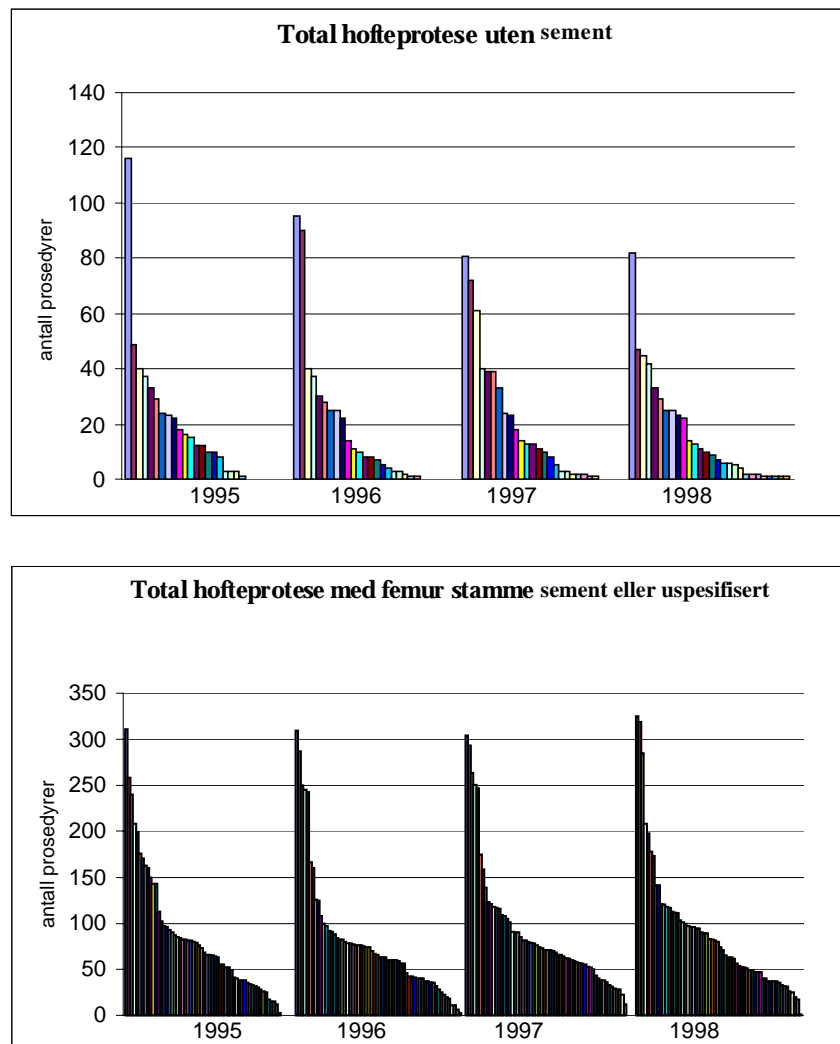
Norton et al.'s studie fra USA beskriver sammenhengen mellom primære kneproteser, sykehusvolum og komplikasjoner i løpet av sykehusoppholdet (46). Dette er en stor studie med nesten 300 000 pasienter og med god metodologisk kvalitet (case-mix III). Studien omfatter kun pasienter som har fått operasjoner betalt av Medicare. For prosedyren kneproteser gjelder dette 75% av alle pasienter. Studien deler sykehusene inn i volumgrupper 0-20, 21-40, 41-80 og >80 årlige operasjoner, men justerer sykehusvolumet opp med 1/3 for å kalkulere inn den gruppen pasienter som ikke får sin operasjon betalt av Medicare. Grensene ved 40 og 80 årlige operasjoner for Medicare pasienter korresponderer til et total antall på 53 og 107. Studien viser at komplikasjonsfrekvensen faller med stigende sykehusvolum for deretter å jevne seg ut. Forfatterne anbefaler på denne bakgrunn at elektive kneproteser samles i regionale sentra med et årlig volum på 50-100 operasjoner av denne typen.

To studier tillegges liten vekt fordi det er innvendinger mot metodologisk kvalitet (47,48). York-rapporten viser til 11 studier som har vurdert volum-kvalitetsrelasjonen ved proteseoperasjoner i hofte og kne. Seks av disse har tilfredsstillende justering for case-mix, men resultatene fra dem er ikke entydige.

Prosedyrenivå ved norske sykehus

Hofteproteser

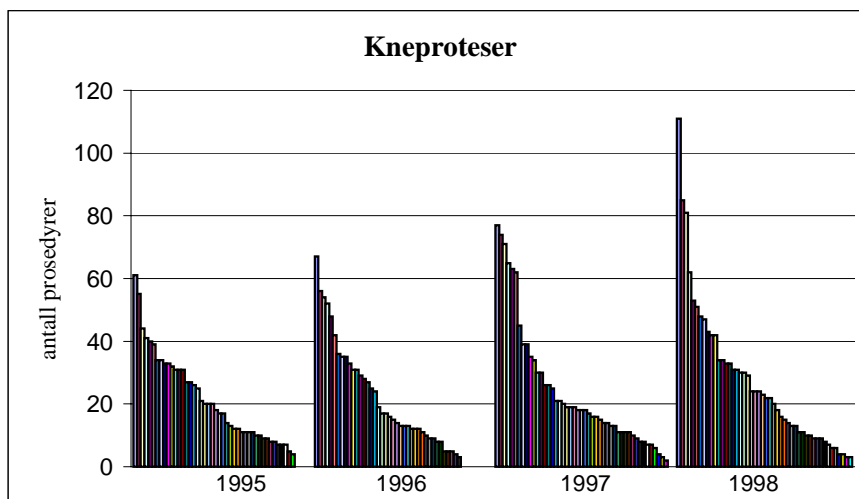
Oversikt fra NPR (figur 8) viser at 59 – 62 sykehus utførte til sammen 4914 – 5505 årlige operasjoner med sementerte hofteproteser. 0-2 sykehus utførte mindre enn 10 prosedyrer hvert år. Sementfrie hofteproteser ble benyttet ved 354-396 operasjoner ved 20-26 sykehus. 5-14 av sykehusene utførte mindre enn 10 prosedyrer hvert år. Espehaugs artikkel fra det norske leddproteseregisteret var basert på data om gjennomsnittlig ca 3800 sementerte og ca 620 sementfrie hofteproteser som årlig ble satt inn ved norske sykehus i perioden 1988 –1996 (43). Kreders to undersøkelser (44,45) og Khuris studie (40) har også volumgrenser som gjør at deres funn er relevante for norske forhold.



Figur 8: Prosedyrenivå for hofteproteser: Sementerte proteser (total protese med femur stamme, sement eller uspesifisert prosedyrekode 8336, 8336.0-1 og 6-9), sementfrie proteser (prosedyrekode 8336.2 og 8336.3). Hvert sykehus er vist med en søyle.

Kneproteser

Det ble utført fra 903-1308 operasjoner for kneproteser i Norge ved 40-48 sykehus (figur 9). Ni til elleve sykehus satte inn mindre enn 10 kneproteser årlig i denne perioden. Samtidig viser denne oversikten at det er økning i antall proteseoperasjoner på 27% (956-1308 prosedyrer) fra 1995 til 1998. Norton et al. (46) anbefaler sentra med minst 50 årlige kneproteseoperasjoner. Kun noen få norske sykehus har et operasjonsvolum som når dette nivå.



Figur 9: Prosedyrenivå for kneproteser (prosedyrekode 8341-8343.9, diagnosekode 714: revmatoid artritt og 715: coxartrose (eller gonartrose)). 93% av alle kneproteseoperasjoner utført på pasienter innenfor diagnosegruppene. Hvert sykehus er angitt med en søyle.

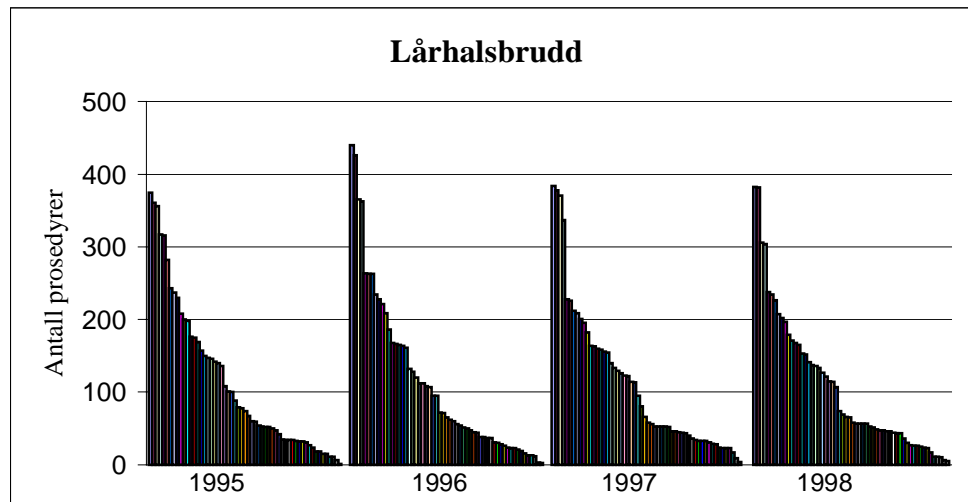
4.2.2 Hoftebrudd

To studier omhandler problemstillingen volum-kvalitet ved hoftebrudd (49,50), men bare den ene har tilfredsstillende justering for pasientsammensetning (49). Hamilton et al. har analysert hvorvidt endret sykehusvolum har betydning for pasientmortalitet etter operativ behandling av lårhalsbrudd (49). Denne studien, som er utført i Canada, registrerte sykehusets volum de siste 12 månedene før pasienten presenterte seg for sykehuset. Det ble justert for sykdommens alvorlighetsgrad og komorbiditet i tillegg til alder og kjønn i pasientmaterialet (case-mix III). Studien fant at forskjellene i dødelighet mellom sykehus med høyt og lavt volum var små. Videre fant de at når pasientvolum ved et enkelt sykehus økte fra en periode til en annen, ble ikke sykehusdødeligheten endret. Hamiltons studie konkluderte med at det eksisterer forskjeller mellom sykehus med høyt og lavt volum som er stabile over tid, og som er avhengige av andre variabler ved sykehuset enn operasjonsvolumet som sådan.

York-rapporten viser til 5 studier med gradering II-III som har vurdert volum-kvalitetsrelasjonen ved hoftebrudd. Tre av disse studiene fant sammenheng mellom sykehusenes pasientvolum og mortalitet, mens to studier fant ingen statistisk signifikant sammenheng. En av disse siste fant likevel at kirurger med høyt volum hadde lavere mortalitet enn de med lavt volum.

Prosedyrenivå ved norske sykehus

Oversikt fra NPR viser at 6106-6436 hoftebrudd ble behandlet ved 56-58 norske sykehus (figur 10). Den ene studien som behandlet lårhalsbrudd og som hadde god justering for pasientsammensetning, hadde grenser for høyt og lavt volum ved henholdsvis 73 og 32 årlige inngrep (49). Dette gjør at konklusjoner fra denne studien er aktuelle også for norske forhold.



Figur 10: Antall prosedyrer for lårhalsbrudd (prosedyrekode 8072, 8073, diagnosekode 820). Hvert sykehus er angitt med en søyle.

4.2.3 Andre ortopediske inngrep

En studie omhandler en rekke ortopediske inngrep, herunder nakke- og ryggkirurgi (47). Det er vanskelig å konkludere på basis av én eneste studie, særlig siden denne har en enkel justering for pasientsammensetning.

Oppsummering ortopedi

De vurderte artiklene gir ikke et entydig svar på spørsmålet om det er sammenheng mellom sykehus- eller kirurgvolum og behandlingens kvalitet. Hovedinntrykket etter vurderingen av artiklene om forholdet mellom volum og kvalitet når det gjelder ortopediske prosedyrer, er likevel at god behandlingskvalitet krever ett visst pasientvolum både på kirurgnivå og på sykehusnivå. Ytterligere økning utover dette basisnivået synes ikke å øke kvaliteten. De grensene for høyt og lavt volum som er brukt i artiklene, varierer mye. Norton et al. rapporterte grenseverdier ved et årlig sykehusvolum på 50-100 operasjoner, for øvrig kan vi ikke vise til vitenskapelig begrunnede grenseverdier. En norsk undersøkelse inngår blant de vurderte artiklene (43), og denne viste at høyere volum var relatert til lavere revisjonsrate for sementfrie proteser. Imidlertid ble ikke tilsvarende funn gjort for de vanligere innsatte sementerte hofteprotesene.

4.3 Hjerne og karsykdommer

4.3.1 Operasjon for åreforkalkning i halspulsåren (carotisstenose)

Utskrelling av åreforkalkning i halspulsåren gjøres for å motvirke hjerneslag. Tretten studier har vurdert forhold mellom volum og kvalitet ved carotisendarterektomi, en operasjon som tar sikte på å forhindre hjerneslag. To er prospektive studier (40,51) og elleve er retrospektive analyser av administrative eller kliniske databaser. Tre av studiene har vurdert mortalitet på sykehus eller innen 30 dager etter operasjonen som endepunkt (52-54), mens ti studier hadde både mortalitet og hjerneslagfrekvens (som komplikasjon til kirurgi) som endepunkt (40,51,55-62).

10 artikler har vurdert betydningen av sykehusvolum. Seks av studiene som har god eller rimelig justering for case-mix (II og III) rapporterer at sykehus med høyt volum har lavere mortalitet eller slagfrekvens enn sykehus med lavt volum (52,53,55,57,60,62). To av studiene har kun justert for alder og kjønn (I) og tillegges ikke betydning (59,61). Tre studier med god justering for pasientenes risikofaktorer (III), fant ingen sammenheng mellom sykehusvolum og mortalitet eller slagfrekvens (40,51,56).

Definisjonen av høyt og lavt sykehusvolum varierte betydelig. Høyt sykehusvolum ble i en finsk studie definert som 10 operasjoner per år (56). I studier fra USA og Canada er sykehus med høyt volum definert fra 29 til over 100 operasjoner per år, der åtte av 11 studier definerer høyt volum som mer enn 50 prosedyrer per år.

Betydningen av kirurgens pasientvolum for behandlingsresultatene ble vurdert i syv studier (51,52,54-56,58,59). Fire av studiene som har god justering for case-mix (III) rapporterer at pasienter behandlet av kirurger med høyt volum har lavere mortalitet og/eller slagfrekvens (52,54,56,58). Tre studier fant ingen sammenheng mellom kirurgvolum og kvalitet, alle hadde god justering for case-mix (III) (40,51,55). En studie som kun har justert for alder og kjønn (case-mix I) tillegges ikke betydning (59).

Grensen for lavt og høyt kirurgvolum varierer mellom de ulike studiene. Fire av studiene definerer høyt volum som mer enn 10-12 prosedyrer per år, og fem studier har definisjon av lavt volum som mindre enn 5-11 prosedyrer per år.

York-rapporten viser til 8 studier som har vurdert volum-kvalitetsrelasjonen ved carotisendarterektomi. Tre studier med relativt god justering for case-mix (II) fant ingen forskjell i mortalitet eller slagfrekvens mellom sykehus med forskjellig pasientvolum. Syv studier har vurdert kirurgens betydning for mortalitet eller slagfrekvens. Kun to av disse har tilfredsstillende justering for pasientenes risikofaktorer (II), men resultatene fra disse studiene er ikke sammenfallende.

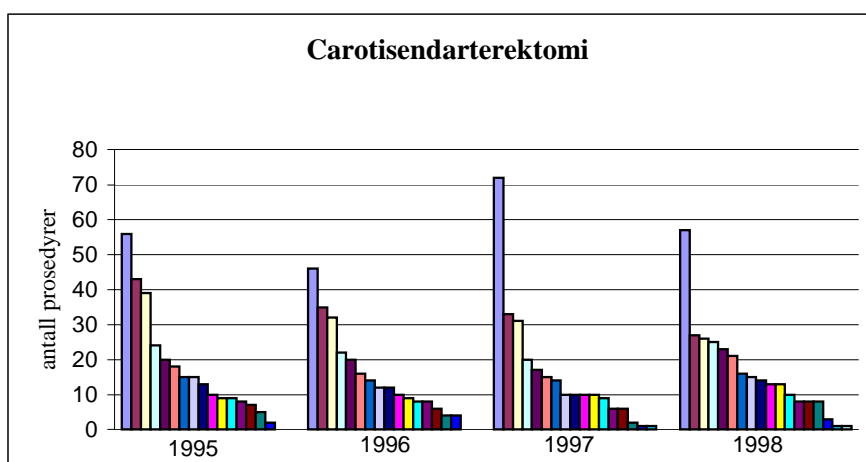
Oppsummering

Resultatene om volum-kvalitetsrelasjonen ved carotisendarterektomi er ikke entydige. Studier publisert etter 1996 er gjennomgående bedre justert for case-mix (fem har grad III-justering og én har grad II-justering) enn studiene i York-rapporten (tre med grad II-justering). Det er også publisert 13 studier de tre siste årene sammenlignet med åtte studier som er vurdert i York-rapporten. Samlet sett synes det derfor som det er en tendens til en sammenheng mellom lav mortalitet og komplikasjonsfrekvens for sykehus

med høyt operasjonsvolum sammenlignet med sykehus med lavt volum. Denne tendensen er ikke klar når det gjelder kirurgvolum.

Relasjon til norske forhold

Oversikt over prosedyrenivå ved norske sykehus viser at operasjoner på halspulsåren er spredt og flere sykehus har et lavt antall inngrep (figur 11). Det ble utført 195-293 operasjoner for carotisstenose ved 16-18 sykehus, 5-6 sykehus utførte mindre enn 10 inngrep i året. Noen av sykehusene vil derfor ha et lavt antall inngrep, også på legnivå.



Figur 11: Viser antall operasjoner for carotis endarterektomi (prosedyrekode 8825, 8825.0-1) utført ved norske sykehus 1995-1998. Hver søyle viser antall prosedyrer ved et sykehus, alle sykehus som har utført prosedyren er vist.

4.3.2 Operasjon for abdominalt aortaaneurisme (utvidelse av mavepulsårenes nedre del)

Aneurisme er en utvidelse av pulsåren som kan føre til at den sprekker. Hensikten med elektive operasjoner er å motvirke dette. I andre tilfeller kommer pasienten inn med såkalt truende ruptur, det vil si smerter fra et aneurisme, eller ruptur hvilket betyr at aneurismet er sprukket. I sistnevnte tilfelle er dødeligheten 100% uten operasjon og høy selv om operasjon foretas. I enkelte sammenhenger slås alle aortaaneurismer sammen. Imidlertid er det viktig å skille ut gruppen av aneurismer som utgår nedenfor nyrearteriene, som er de hyppigste. Ved vurdering av volum-kvalitet ved behandling av abdominale aortaaneurismer (AAA) er det viktig å skille mellom elektiv og akutt behandling.

Ni studier har vurdert sammenhengen mellom volum og kvalitet ved operasjon for AAA (40,53,59,64-69). Alle studier har mortalitet som endepunkt, enten innen 30 dager, som er det vanligste, eller sykehusmortalitet. Sykehusmortaliteten vil vanligvis være noe høyere enn 30 dagers mortalitet fordi enkelte pasienter kan bli liggende med komplikasjoner (eksempelvis på intensivavdelingen) og dø etter 30 dager.

Syv studier har vurdert betydningen av sykehusvolum ved elektiv behandling av AAA (40,53,56,59,64,68,69), hvorav fem har god justering av pasientenes risikofaktorer (case-mix III) (40,53,64,66,69). Tre av disse viste at pasienter behandlet ved sykehus

med høyt volum hadde lavere mortalitet enn pasienter behandlet ved sykehus med lavt volum (53,64,69). To studier fant ingen sammenheng (40,66). To studier som kun har justert for alder og kjønn tillegges ikke betydning (59,68).

Fire studier har vurdert kirurgens betydning for utfall ved planlagte AAA operasjoner (59,64,66,69). Tre av disse har god justering for pasientenes risikofaktorer (case-mix III) (64,66,69). Av disse rapporterer to studier at kirurger med høyt volum hadde lavere mortalitet enn kirurger med lavt volum (64,66), mens en studie ikke fant noen sammenheng på kirurnivå (69). En studie som kun har justert for alder og kjønn tillegges ikke betydning (59).

Ved behandling av rumperte aortaaneurismer rapporterer tre studier, som var godt kontrollert for pasientenes risikofaktorer (III), at pasienter behandlet ved sykehus med høyt volum har bedre overlevelse enn pasienter behandlet ved sykehus med lavt volum (53,67,69). To studier fant ikke noen sammenheng mellom sykehusvolum og mortalitet (65,66).

To studier har vurdert kirurgens betydning ved operasjon for rumpert AAA. Den ene viser at kirurger med høyt volum hadde lavere mortalitet (65), mens den andre studien ikke fant noen sammenheng mellom volum og mortalitet (69). Begge har god justering for case-mix (III).

York-rapporten viser til 11 studier som har vurdert volum-kvalitetsrelasjonen ved AAA. Fem studier har god justering for case-mix. Resultatene fra disse er konsistente og viser at sykehus med høyt volum har lavere mortalitet enn sykehus med lavt volum ved behandling av AAA. Kirurgens betydning for resultatene var ikke entydig, to studier konkluderer i hver sin retning.

For studier med dårligere justering for case-mix var resultatene ikke konsistente.

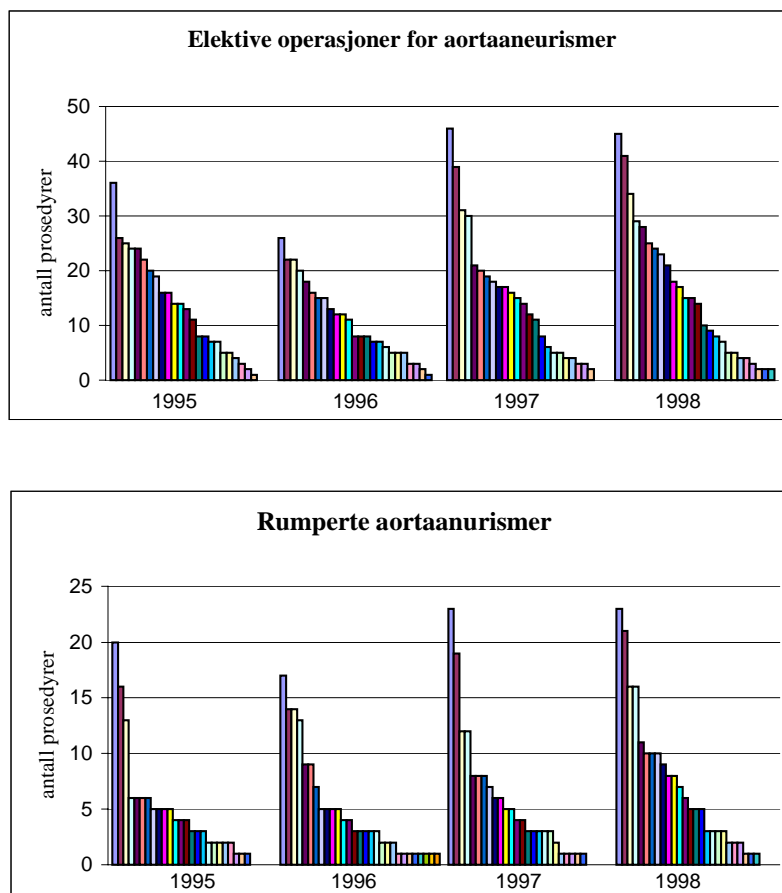
Oppsummering

Samlet foreligger det resultater fra 20 studier som har vurdert mortalitet i relasjon til sykehus eller kirurgvolum ved abdominale aorta aneurismer. Det er gode holdepunkter for at sykehus med høyt volum har lavere mortalitet, selv om det også er gode studier som ikke støtter dette. Det er også en tendens til lavere mortalitet for kirurger med høyt volum i forhold til kirurger med lavt volum.

Sykehusmortaliteten kan bli lav for de sykehus som kan ha anledning til å overføre pasientene til andre sykehus relativt raskt etter operasjonen. Dette er en feilkilde det ikke er mulig å kontrollere for.

Prosedyrenivå ved norske sykehus

Data fra NPR viser at operasjoner for abdominale aortaaneurismer er spredt på et stort antall sykehus (figur 12). Det ble i perioden utført 330-410 elektive inngrep ved 25 sykehus, der 9-13 sykehus hadde mindre enn 10 prosedyrer hvert år. Tilsvarende for ble det utført 127 – 191 inngrep årlig for rumperte aneurismer ved 24-29 sykehus, der 10 – 18 sykehus utførte mindre enn 5 inngrep hvert år.



Figur 12: Antall prosedyrer for elektive (prosedyrekode 8804 og 8804.0-3, diagnosekode 441.4 og 441.6) og akutte (prosedyrekode 8805 og 8805.0-3, diagnosekode 441.3 og 441.5) aortaaneurismer. Hver søyle viser antall prosedyrer ved et sykehus.

4.3.3 Operasjon for tette pulsårer på bena

Fortetninger i pulsårene skyldes hovedsakelig åreforkalkning. Dette er operasjoner som utføres enten for gangsmerter, hvilesmerter eller fordi det utvikles koldbrann i bena.

Fire artikler har vurdert volum og kvalitet ved denne type inngrep. Tre studier er retrospektive analyser av administrative databaser, mens en studie har en prospektiv design. Resultatene ble vurdert ut fra forskjellige endepunkter, sykehusmortalitet (53), 30 dagers mortalitet (40), amputasjon innen 30 dager (70), eller en kombinasjon av sykehusmortalitet, slag og hjerteinfarkt (59).

Alle fire studiene har analysert forholdet mellom sykehusvolum og kvalitet. Tre studier har god justering for pasientenes risikofaktorer (case-mix III). To av disse viser bedre behandlingskvalitet for sykehus med høyt volum (53,70), mens en studie ikke fant noen slik sammenheng (40). En studie som kun var justert for alder og kjønn tillegges ikke betydning (59).

Definisjon av høyt og lavt volum varier mellom studiene. En studie har definert lavt sykehusvolum som mindre enn 20 operasjoner per år, og høyt sykehusvolum som over

20 operasjoner (70), en annen studie har definert høyt volum som mellom 50 og 99 operasjoner per år (53). En studie har definert lavt kirurgvolum som mindre enn 10 operasjoner per år og høyt volum som mer enn 10 operasjoner per år (70).

Betydningen av kirurgens pasientvolum er analysert i tre studier. To studier som har god justering for case-mix (III) rapporterer forskjellige resultater. Kantonen fant at kirurger med høyt volum hadde lavere mortalitet og amputasjonsfrekvens enn kirurger med lavt volum (70). Andre fant ingen sammenheng mellom volum og mortalitet (40). En studie som kun har justert for alder og kjønn tillegges ikke betydning (59).

York-rapporten viser til en studie som har vurdert revaskularisering av blodårene i bena. Denne studien har imidlertid kun justert for alder og kjønn og resultatene tillegges derfor liten betydning.

Oppsummering

Arbeidene er så vidt heterogene og dessuten få, at det er vanskelig å trekke noen sikre konklusjoner. Dette kan ha mange årsaker: Definisjonen av høyt og lavt volum varierer. Resultatene er målt med forskjellige kriterier og prosedyrene har også variert. Dessuten utføres operasjonen på ulike pasientkategorier. Pasienter med gangsmerter har vidt forskjellig prognose i forhold til pasienter med truende koldbrann, det vil si den pasientgruppen som ble undersøkt av Kantonen (70). Videre har en stort sett fokusert på mortalitet og amputasjonsfrekvens i disse arbeidene, mens en viktig kvalitetsindikator antagelig ville være hvor lenge rekonstruksjonene holdt seg åpne.

4.3.4 Barnehjertekirurgi

En studie har vurdert volum-kvalitetsrelasjonen ved korreksjon av medfødte hjertefeil (71). Studien er en retrospektiv analyse av 7 169 pasienter fra New York State, og er godt korrigeret for case-mix (III). Denne studien viser at sykehus og kirurger som har et høyt pasientvolum har lavere sykehusmortalitet enn sykehus og kirurger med lavt volum.

York-rapporten viser til en retrospektiv studie, også fra USA som er godt justert for case-mix (III). Denne viser at pasienter operert i sykehus med høyt volum har lavere sykehusmortalitet enn pasienter operert i sykehus med lavt volum.

Volumverdiene er noe forskjellig i disse studiene, Hannan et al. har en grense før høy/lavt sykehusvolum på 100 prosedyrer per år, og for kirurgvolum på 75 prosedyrer per år (71).

Oppsummering

Samlet viser begge disse studiene at både sykehusets og kirurgens pasientvolum er av betydning for utfallet av behandlingen. I Norge foregår barnehjertekirurgi ved to sentre.

4.3.5 Behandling av akutt hjerteinfarkt

Tre artikler har vurdert volum-kvalitetsrelasjonen ved akutt hjerteinfarkt. Alle tre studiene var fra USA. To av studiene har benyttet samme grunnlagsmateriale (ca 32 000 pasienter behandlet i Pennsylvania) og resultatene fra disse vurderes som én studie (72,73). Den tredje studien omfattet mer enn 98 000 pasienter over 65 år, og var en analyse av en klinisk database innenfor Medicare-systemet (74).

Alle tre studiene kunne justere for alder, kjønn, komorbiditet og sykdommens

alvorlighetsgrad på en tilfredsstillende måte (case-mix III). I studiene fra Pennsylvania fant man lavere mortalitet etter hjerteinfarkt blant pasienter som var behandlet av leger med høyt pasientvolum. I den ene studien var høyt volum definert som flere enn 12 pasienter med hjerteinfarkt per år, mens man i den andre studien brukte en grense for høyt volum på 24 pasienter per lege (72,73).

Studien av pasienter over 65 år viste at sykehus med høyt pasientvolum (4,4 pasienter per uke) hadde lavere 30 dagers mortalitet enn sykehus med lavere volum (74).

York-rapporten har vurdert syv artikler om hjerteinfarkt. Fire studier har god eller relativt god justering for case-mix (grad II og III). Tre av disse viser at pasienter behandlet ved sykehus med høyt volum har bedre overlevelse. En studie fant ingen betydning av sykehusvolum, men viste at legens pasientvolum var av betydning for overlevelse. Resultatene fra tre studier med dårligere justering for case-mix er ikke entydige.

Oppsummering

Samlet sett har ni studier vurdert betydningen av pasientvolum ved behandling av hjerteinfarkt. Av de seks studiene som har justert tilfredsstillende for pasientenes risikofaktorer viser fem at høyt pasientvolum er fordelaktig for behandlingen av akutt hjerteinfarkt, enten i forhold til sykehus eller lege.

4.3.6 Operasjon for tette kransarterier i hjertet (aortokoronar bypass)

Tre amerikanske studier har vurdert volum-kvalitetsrelasjonen ved operasjon av hjertets kransarterier (CABG), men kun én dokumenterer tilfredsstillende justering for pasientenes risikofaktorer (case-mix III). Dette er en prospektiv studie som omfattet mer enn 85.000 pasienter, fra New York, Pennsylvania og Wisconsin. Materialet er analysert og publisert to ganger (75,76).

Resultatene viste at pasienter som ble behandlet av kirurger med høyt CABG operasjonsvolum (> 200 operasjoner/år) hadde lavere mortalitet de første 30 dagene etter operasjonen enn pasienter operert av kirurger med lavere operasjonsvolum (76).

To studier tillegges liten betydning. Den ene har kun justert for forskjeller i kjønn og alder (68). Den andre studien har få pasienter, og det er uklart om det er justert for komorbiditet på en tilfredsstillende måte (77).

York-rapporten viser til 18 studier som har vurdert CABG, fem av studiene har justert tilfredsstillende for case-mix (III), 10 har relativt god justering (case-mix II). Resultatene fra disse viser at det er en viss effekt av volum; terskelverdi for sykehus med høyt volum var satt til 200 prosedyrer per år.

Oppsummering

Resultatene viser at kirurger med høyt operasjonsvolum har lavere frekvens av komplikasjoner enn kirurger med lavere volum. Resultatene fra York-rapporten viste at sykehus med høyt pasientvolum hadde lavere mortalitet og frekvens av komplikasjoner.

I Norge utføres hjertekirurgi ved sentra med relativt høyt volum.

4.3.7 Percutan transluminal koronar angioplastikk (Utblokkning av hjertets kransarterier)

Percutan transluminal koronar angioplastikk (PTCA) brukes for å øke blodgjennomstrømmingen i kransarteriene. Som oftest er indikasjonen hjertekrampe (angina pectoris), og behandlingen foregår ved at det føres et kateter inn i hjertets kransarterier, og blodårene utvides ved å blåse opp en ballong som er koblet til kateteret. Det blir mer og mer vanlig at man i tillegg til utvidelsen også monterer en forsterkning på innsiden av blodåren ("stenting"). I tillegg til den elektive behandlingen av angina pectoris har man noen steder også begynt å gi primærbehandling til pasienter med akutt hjerteinfarkt med denne metoden.

Atten studier har vurdert forholdet mellom volum og kvalitet ved PTCA; 17 av disse er amerikanske og én studie er fra Tyskland. Ni av studiene er retrospektive analyser av administrative eller kliniske databaser, én studie har en prospektiv design, og for de resterende er studiedesign ikke angitt. I det følgende har vi delt studiene i tre grupper: de som har behandlet "ordinær" elektiv PTCA ved angina pectoris, de som i tillegg har brukt stenting som metode, og til slutt, studier som har brukt PTCA i den akutte behandling av hjerteinfarkt.

"Ordinær" PTCA

I alt var det 14 studier i denne kategorien, og ni av disse har vurdert betydningen av sykehusets pasientvolum. Resultatene fra disse viste at sykehus med et høyt volum av PTCA-prosedyrer enten hadde lavere sykehusmortalitet, lavere behov for akutt koronar kirurgi eller lavere frekvens av komplikasjoner etter inngrepet (78-85,94). Alle disse studiene hadde justert for ulikheter i risikofaktorer som alder, kjønn, sykdommens alvorlighetsgrad og alvorlig komorbiditet (case-mix III). Konklusjonene styrkes også av at 6 av disse studiene hadde vurdert et stort antall sykehus (80–1000). En studie som kun hadde justert for alder og kjønn (case-mix I) tillegges ikke betydning (80).

En av studiene skilte mellom sykehus i byer og i landområder (84). For bysykehus fant man lavere mortalitet dersom volumet av PTCA var høyt, og frekvensen av komplikasjoner var også lavere i sykehus med høyt volum. For sykehus lokalisert i landområder fant man ingen forskjell i mortalitet avhengig av volum av PTCA, men sykehus med lavt volum hadde større behov for å bruke akutt koronar kirurgi enn sykehus med høyt volum av PTCA.

Ni studier vurderte betydningen av operatørens volum. Syv av disse hadde god (III) og to relativt god (II) justering for case-mix. Syv av studiene rapporterte at operatører med lavt volum hadde oftere komplikasjoner og behov for akutt hjertekirurgi enn operatører med høyt volum (78,83,85-89). En studie analyserte betydningen av legevolum for leger som arbeidet i sykehus med høyt volum (90). Resultatene viste at det ikke var noen forskjell i mortalitet eller komplikasjoner mellom leger med høyt og lavt PTCA volum (90). En annen studie fant at leger med samme nivå av PTCA hadde samme frekvens av komplikasjoner enten de jobbet i sykehus med lavt eller høyt volum av PTCA (91).

Volumverdiene for leger varierer, men fire av seks studier definerte lavt volum som mindre enn fra 50-85 prosedyrer per år. Volumverdiene for sykehus varierer mellom de ulike studiene. Fire av de åtte studiene definerte høyt volum som mer enn 400 prosedyrer per år, tre av dem definerte lavt volum som mindre enn 200 prosedyrer per år.

PTCA med stenting

Tre studier har vurdert volum av PTCA og stenting. Én studie har vurdert hvorvidt stenting i kombinasjon med PTCA kan være et godt alternativ i sykehus med relativt lavt pasientvolum (78). I alt inngikk 167 208 pasienter mellom 65 og 99 år. Alle disse hadde gjennomgått percutan koronar intervensjon, og stenting inngikk i 57,7% av inngrepene. Som endepunkt valgte man behovet for akutt koronar kirurgi sekundært til prosedyren, evt. 30-dagers mortalitet, og analysen delte inngrepene etter legevolum. Leger med lave volumer (< 30 prosedyrer/år) hadde over dobbelt så stor sannsynlighet for at pasientene trengte akutt koronar kirurgi sammenliknet med leger med høyt volum (> 60 prosedyrer), men det var ingen forskjell i 30-dagers mortalitet. I forhold til sykehusvolum viste resultatene at sykehus med lavt volum (< 80 prosedyrer) hadde høyere mortalitet enn sykehus med høyt pasientvolum (> 160 prosedyrer), men det var ingen forskjell i behovet for akutt koronar kirurgi etter inngrepet. For koronar stenting var det tilsvarende resultater. Sykehus med høyt pasientvolum hadde lavere 30-dagers mortalitet, mens leger som behandlet mange pasienter hadde færre pasienter med behov for akutt koronar kirurgi enn leger med relativt lavt pasientvolum. En annen studie vurderte PTCA på et tidspunkt hvor prosedyren var relativt ny (1989) og et tidspunkt hvor den var vel etablert (1995) (79). Sykehus med høyt volum av PTCA (> 400) hadde lavere mortalitet enn sykehus med lavt volum (<200). I denne studien sammenliknet man også "stenting" mellom de to periodene. Sykehus med høyt volum (over 70 prosedyrer per år) hadde klart lavere mortalitet enn sykehus med lavt volum. En studie har kun justert for alder og kjønn (case-mix I) og tillegges ikke betydning (80).

Primær behandling av hjerteinfarkt med PTCA

Fire studier behandlet betydningen av volum ved primærbehandling av hjerteinfarkt med PTCA (92-95). En stor studie basert på det nasjonale registeret for hjerteinfarkt i USA, viste at sykehus med lavt volum hadde 28% høyere mortalitetsrate enn sykehus med høyt volum. Det ble også vist at det var en lineær sammenheng mellom mortalitet og volum (92). En nylig publisert retrospektiv undersøkelse vurderte forholdet mellom sykehusvolum og sykehusmortalitet for primær angioplastikk og trombolytisk behandling som akutt behandling for hjerteinfarkt (93). Resultatene viste at for sykehus med moderate (17-48 angioplastikker per år) eller høye (> 49 prosedyrer/år) pasientvolum var dødeligheten i angioplastikkgruppen lavere enn i gruppen med trombolytisk behandling. Dersom pasientvolumet var lavt (< 17 prosedyrer/år) var det imidlertid ingen forskjell i mortalitet mellom gruppene. I analysene tok man hensyn til demografiske forskjeller, sykehistorie, klinisk presentasjon, annen medisinsk behandling og karakteristika ved sykehusene, men dette forandret ikke på de opprinnelige resultatene.

De to andre studiene viste også at sykehus som brukte PTCA i primærbehandlingen av hjerteinfarkt oppnådde bedre resultater dersom volumet nådde over et visst minimum (94,95). Det er vanskelig å vurdere relevansen av disse funnene fordi man ved noen av disse sykehusene bare hadde gjort prosedyren blant et meget lite antall (3-5) pasienter.

York-rapporten viser til seks studier som har vurdert volum-kvalitet relasjoner ved PTCA, fire av disse er godt eller relativt godt justert for case-mix (II eller III). To av disse hadde vurdert betydningen av sykehusenes pasientvolum for mortalitet eller komplikasjoner etter PTCA, og fant signifikant lavere mortalitet og komplikasjoner ved sykehus med høyt volum. De to andre studiene hadde vurdert betydning av legevolum

for behandlingsresultater ved PTCA. Den ene studien fant ingen forskjell i angiografisk eller klinisk suksess for pasienter randomisert til leger med høyt eller lavt volum (> 500 og < 50). Den andre fant ingen forskjell i mortalitet, men pasienter operert av leger med høyt volum hadde mindre komplikasjoner og mindre behov for akutt koronar kirurgi.

Oppsummering

Blant de 18 studiene som ble inkludert i vurderingen viste et stort flertall en sammenheng mellom høyt sykehusvolum av PTCA og lavere mortalitet og komplikasjonsfrekvens. Tilsvarende funn ble gjort i forhold til legevolum, hvor leger med høyt volum hadde færre komplikasjoner og lavere mortalitet. Dette gjaldt både for "ordinær" bruk av PTCA, der man også satte inn forsterkning i blodåren med stent, og i tilfeller hvor man brukte PTCA i den primære behandlingen av hjerteinfarkt.

I disse studiene har man med få unntak kunnet ta hensyn til faktorer som potensielt kan forstyrre forholdet mellom volum og "endepunkt". Således har de fleste studiene justert for sykdommens alvorlighetsgrad og for komorbiditet, noe som er en styrke ved disse undersøkelsene. De fleste studiene har brukt store databaser eller pasientregister, som i utgangspunktet er klinisk eller administrativt motivert. Det kan sies å være en svakhet at slike registre ikke er planlagt med tanke på forskningshensyn.

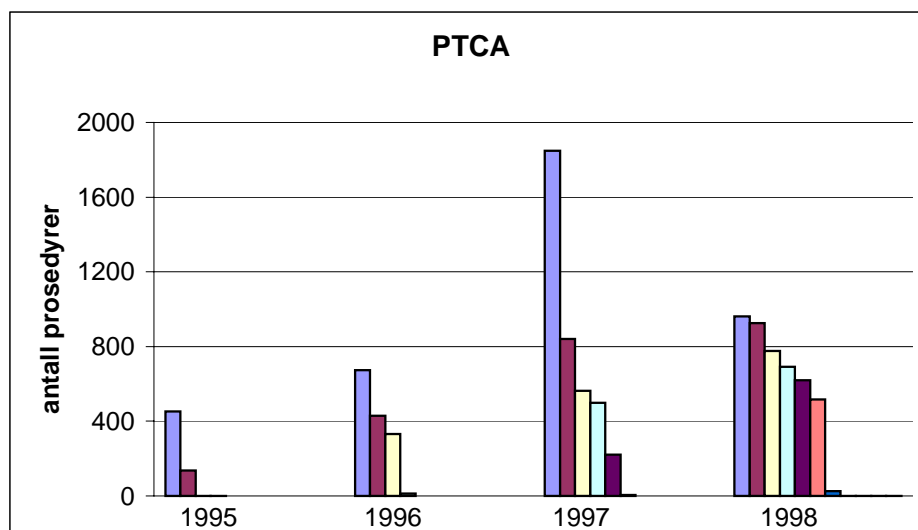
På den annen side dreier det seg om til dels meget store databaser som til sammen omfatter en enorm erfaring. Det er vanskelig å se at studier som bygger på informasjon fra disse registrene er spesielt utsatt for "bias" på en slik måte at resultatene for sammenhengen mellom volum og komplikasjoner kan være forstyrret i vesentlig grad. Det er heller grunn til å hevde at litteraturen på dette området tyder på at volumet av PTCA, enten målt som volum ved sykehus, eller som volum for den enkelte kardiolog, er relatert til risikoen for komplikasjoner og mortalitet, slik at lave volum er forbundet med større fare for et uheldig utfall enn høye volum.

Prosedyrenivå ved norske sykehus

Oversikt fra NPR viser at PTCA utføres i dag på regionsykehus, og ved et sentralsykehus som et prøveprosjekt (figur 13). Antall PTCA-prosedyrer ved norske sykehus har økt fra 588 i 1995 til 4524 i 1998. Data fra 1998 viser at alle sykehusene (med unntak av Sentralsykehuset i Rogaland) har volum tilsvarende sykehus med høyt volum slik de er definert i de ulike studiene.

Diskusjonen omkring volum – kvalitet kan bli aktualisert dersom en begynner å behandle akutt hjerteinfarkt med PTCA. I områder med høy befolkningkonsentrasjon og store sykehus vil dette la seg gjøre greit. Problemet er imidlertid hvorvidt behandlingen skal desentraliseres for at pasienter som også bor i perifere områder skal kunne få nytte av slik behandling. I hvilken grad skal PTCA/stenting kunne utføres på enkelte sentralsykehus? I hvilken grad skal det forlanges beredskap med hjertekirurgi for disse prosedyrene, eller er det tilstrekkelig med overføring med helikopter til et hjertekirurgisk senter hvis komplikasjoner skulle inntre?

Ved Sentralsykehuset i Rogaland avsluttes nå et prøveprosjekt med PTCA-behandling av pasienter med angina pectoris uten kirurgisk beredskap på stedet. Senter for medisinsk metodevurdering er i ferd med å lage en kritisk systematisk oversikt om bruk av PTCA ved akutt hjerteinfarkt.



Figur 13: Viser antall prosedyrer av PTCA (prosedyrekode 3294 og 3294.0-2) behandlet ved norske sykehus i 1995-1998. Hver søyle representerer et sykehus.

4.3.8 Øvrige studier om hjerte- og karsykdommer

Dette er studier der det ikke er funnet litteratur publisert etter 1996, og der resultatene fra vurderingene kun er hentet fra York-rapporten.

Implantasjon av pacemaker

York-rapporten viser til to studier som har vurdert volum-kvalitetsrelasjonen ved implantasjon av pacemaker. Ingen av studiene fant noen forskjell i komplikasjonsrate eller mortalitet mellom sykehus med høyt eller lavt volum. Studiene var relativt godt justert for case-mix (II).

Hjertekateterisering/angiografi

York-rapporten viser til fire studier som har vurdert volum-kvalitetsrelasjonen ved hjertekateterisering/angiografi. Tre av disse har god eller relativt god justering for case-mix og rapporterer at pasienter behandlet ved sykehus med høyt volum har lavere mortalitet enn pasienter behandlet ved sykehus med lavt volum. Sykehusvolum var i flere studier angitt som en kontinuerlig variabel, og en terskelverdi for lavt volum ble ikke definert. Betydningen av legens pasientvolum for utfall ved hjertekateterisering/angiografi var ikke entydig mellom studiene.

4.4 Pasienter med HIV-relatert sykdom og AIDS

Vi har ved denne litteraturgjennomgangen funnet tre artikler om problemstillingen. Dette er retrospektive analyser av data fra kliniske og administrative databaser, men med justering for variasjon i alder, kjønn, alvorlighetsgrad av sykdom og komorbiditet (grad III-justering).

Alle studiene rapporterer at pasienter med HIV-relatert sykdom eller AIDS som ble behandlet ved sykehus med høyt volum hadde bedre overlevelse enn pasienter behandlet ved sykehus med lavt volum (96,97,98). Laine et al. fant imidlertid at den

volumrelaterte økte overlevelsen var statistisk signifikant for de to siste årene studien omhandlet (1991 – 1992), men ikke for de to første (1989 – 1990).

Definisjon av pasientvolum varierer mellom studiene. Cunningham definerte lavt volum som sykehus med 2-78 AIDS-utskrivninger per 10 000 totalutskrivninger (98) og Laine definerte lavt volum som sykehus med mindre enn 20 pasienter (96). Hogg kategoriserte sykehusene i fire volumgrupper: veldig lavt volum 0-1, lavt volum 1-9, medium volum 10-99 og høyt volum >100 pasienter/år (97). Resultatene viste en signifikant reduksjon i mortalitet ved økning i volum fra veldig lavt til lavt volum, medium volum og høyt volum.

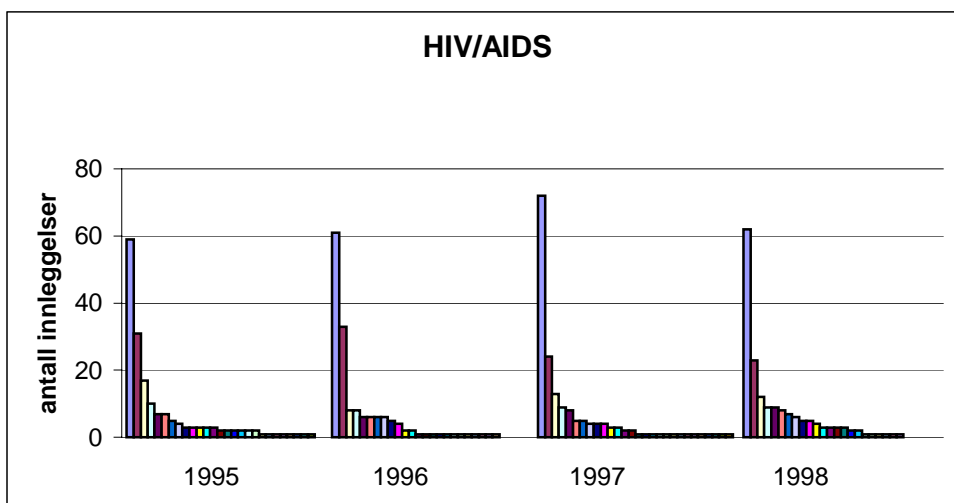
York-rapporten har vurdert to artikler om volum/kvalitetsrelasjonen for denne sykdomsgruppen. Den ene studien var en retrospektiv analyse av administrative data, og den andre en retrospektiv analyse av et populasjonsbasert register for sykdomsovervåking. I begge studier ble det funnet statistisk signifikant høyere mortalitet i gruppen av sykehus som behandlet et lite antall pasienter per år. Den ene studien omfattet sykehus som behandlet under og over 30 pasienter og den andre under og over 42 pasienter per år.

Oppsummering

Det synes å være en entydig erfaring at sykehus med høyt volum oppnår bedre resultater (lavere mortalitet) ved behandlingen av AIDS-pasienter enn sykehus med lavt volum. Alle fem undersøkelser som ble referert i York-rapporten og i denne undersøkelsene er fra det nordamerikanske kontinentet.

Relevans til norske forhold

Norge har relativt få pasienter med HIV/AIDS. For norske sykehus vil derfor erfaringsgrunnlaget med denne pasientgruppen bli begrenset (figur 14). Data fra NPR er vanskelig å tolke for denne pasientgruppen fordi det kun er gitt oversikt over antall innleggelser. Medisinsk behandling av disse pasientene utføres trolig ved sykehus med høyt volum, etter overføring fra mindre sykehus.



Figur 14: Viser data fra NPR for antall innleggelser for pasienter med HIV/AIDS (hoved eller bidiagnose 079.4) ved norske sykehus i perioden 1995-1998. Antall pasienter innlagt er vist med en egen søyle for hvert sykehus.

4.5 Organtransplantasjoner

Seks artikler om volum-kvalitetsaspektet ved organtransplantasjon er vurdert. Alle studiene er retrospektive analyser av kliniske og/eller administrative databaser. Artiklene er godt kontrollert for forskjellige karakteristika knyttet til mottager (slik som alder, kjønn, rase, tidligere transplantasjoner, diagnose, medisinsk tilstand og komorbiditet) og donor (spesielt kjønn og alder). To av artiklene redegjør også for kald ischemitid (99,100). Alle studiene har relativt lang oppfølgingstid og rapporterer mortalitet 1-8 år etter transplantasjon som endepunkt. To av studiene har også transplantatoverlevelse som endepunkt.

Fem av studiene støtter hypotesen om at pasienter behandlet ved sykehus som utfører mange transplantasjoner har bedre overlevelse enn pasienter behandlet ved sykehus med lavt volum (99-102,105).

Lin analyserte et stort materiale som omfattet nyre-, pancreas-, hjerte-, lunge- og hjerte-og lungetransplantasjoner (101). Dette var en retrospektiv analyse av en klinisk og administrativ database der resultatene ble sammenlignet med et nasjonalt, organspesifikt gjennomsnitt. Studien har god justering for case-mix (III). Denne studien fant at de fleste nyre-, lever- og hjertetransplantasjonsprogrammer som hadde signifikant dårligere transplantat- og pasientoverlevelse enn det nasjonale gjennomsnittet, utførte et lite antall transplantasjoner per år. Denne effekten var mest uttalt det første året etter transplantasjon.

Tre studier, som alle har god justering for case-mix (III) har vurdert levertransplantasjon. To av studiene fant at sykehus med lavt volum hadde høyere mortalitetsrate enn sykehus med høyt transplantasjonsvolum (99,102). Edwards et al. bemerket at dette spesielt var tilfelle for sentra med lavt volum som ikke hadde tilknytning til sentra med høyt volum (99). Studien til Adam et al. er en analyse av et stort materiale fra det europeiske levertransplantasjonsregister: Dette omfatter 113 sykehus (90% av alle europeiske levertransplantasjoner) der data fra Norge også er med i studien (102). Studien definerte sykehus med < 25 levertransplantasjoner per år som sykehus med lavt volum. En studie viste at et lite transplantasjonssenter hadde tilsynelatende sammenlignbare resultater med publiserte data på overlevelse fra sentra med høyt volum (103).

Schurman et al undersøkte resultatene av nyretransplantasjon hos barn, ved retrospektiv analyse av en klinisk og administrativ database (100). Studien har god justering for case-mix (III). Det ble funnet noe bedre transplantatoverlevelse i sykehus med høyt volum, særlig etter 3 måneder. Denne økte organoverlevelsen var imidlertid ikke statistisk signifikant når det ble justert for behandling med anti-T-celle antistoffer. Denne studien indikerer at ulik bruk av nyere og mer effektive behandlingsprinsipper kan forklare noe av volumeffekten.

En studie har vurdert resultatene av hjertetransplantasjon i et lite transplantasjonssenter og sammenlignet med publiserte resultater fra større sentra (104). Justeringen for pasientsammensetningen i denne undersøkelsen må graderes lavere (II), og det foreligger en mulighet for seleksjonsbias ved valg av pasienter for transplantasjon. Studien tillegges derfor liten betydning.

Betydningen av volum ved benmargstransplantasjon er vurdert i en studie som omfatter sykehus i 13 europeiske land (105). Denne studien omfattet pasienter med remisjon for akutt myeloid leukemi. Studien viser at sykehus med høyt pasientvolum (> 352 benmargstransplantasjoner) hadde bedre resultater (leukemifri overlevelse og behandlingsrelatert dødelighet) enn sykehus med lavt volum.

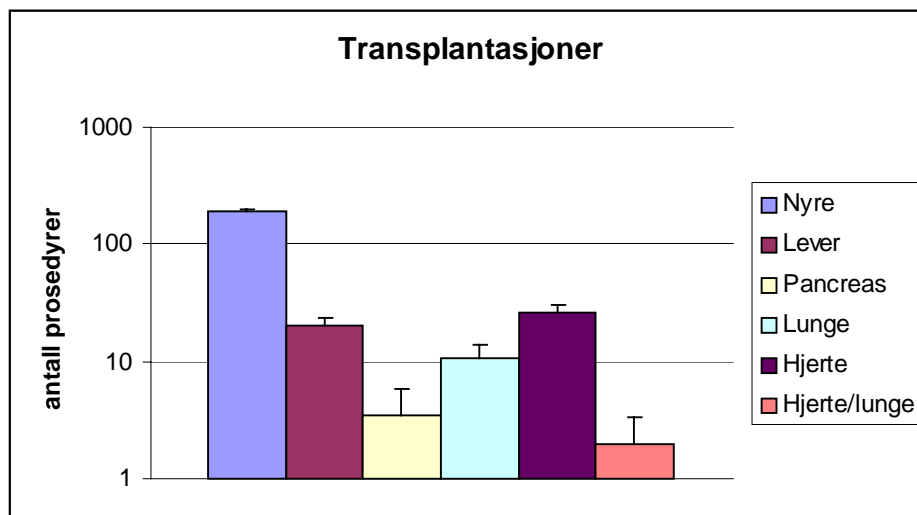
I York –rapporten er det henvist til to studier (grad II case-mix) som har vurdert volum-kvalitetsrelasjonen ved hjertetransplantasjon. Den ene studien fant økt mortalitet for pasienter behandlet ved sykehus med lavt volum, mens den andre studien ikke fant noen effekt av volum for overlevelse etter hjertetransplantasjon.

Oppsummering

Samlet tyder resultatene fra de inkluderte artiklene på at både organoverlevelse og pasientoverlevelse er bedre ved sykehus som utfører mange transplantasjoner enn ved sykehus som utfører få. Grensene for volumkategorier varierer noe i de ulike studiene. Det er ikke mulig å identifisere definerte terskelverdier for det antall transplantasjoner som må utføres for oppnå bedre resultater.

Transplantasjonsvirksomhet i Norge

Opplysninger om transplantasjonsvirksomheten i Norge er innhentet fra seksjon for transplantasjonskoordinering ved Rikshospitalet (overlege B. Lien). Alle organtransplantasjoner er utført her (figur 15).



Figur 15: Viser gjennomsnittlig antall transplantasjoner utført ved Rikshospitalet i perioden 1995-1998, med 95% konfidensintervall.

4.6 Nyfødttmedisin

Det er et stort utvalg av artikler som omfatter sentralisering, regionalisering og sammenligning av behandlingsresultater av fødselsomsorg og organisering av neonatale intensivavdelinger, men kun to artikler som direkte relaterer volum til kvalitet. Begge studiene er godt justert for case-mix (III) (106,107).

En studie med data fra Medisinsk fødselsregister (Norge) har analysert sammenhengen mellom neonatal mortalitet og sykehusvolum for lavrisikosvangerskap (107). Denne studien fant at sykehus med 2-3000 årlige fødsler hadde lavest neonatal mortalitet. Små fødeavdelinger/stuer som hadde mindre enn 100 fødsler per år hadde nesten 2 ganger økt mortalitetsrate. Fødeavdelinger/stuer med mindre enn 100 fødsler per år er ikke knyttet til noen neonatalavdeling, slik at denne studien sier mer om mulighet for seleksjon av risikofødsler enn om pasientvolum i neonatalavdelinger.

Den andre studien er en vurdering av resultater fra amerikanske sykehus tilsluttet et frivillig internasjonalt nettverk (106). Denne studien fant ingen sammenheng mellom årlig pasientvolum av premature med lav fødselsvekt (< 1500g) og mortalitet i løpet av første 27-28 levedøgn. Innvendinger mot denne studien er at sykehusene som er tilsluttet nettverket kan være systematisk forskjellige fra andre sykehus. Blant annet er det få små og få store sykehus som er inkludert i denne amerikanske studien.

York-rapporten refererer til ni studier som har vurdert betydningen av volum for utfall av behandling av nyfødte ved neonatal intensivenheter. En prospektiv studie med grad III justering for risikofaktorer rapporterer bedre overlevelse for premature født før 28 svangerskapsuke behandlet i pediatriske intensivavdelinger med høyt volum sammenlignet med "special care units". Det ble ikke funnet noen forskjell i overlevelse for mer fullbårne nyfødte. Denne konklusjonen støttes av syv andre studier med noe svakere justering for case-mix. En studie rapporterer dårlige resultater for nyfødte med normal fødselsvekt behandlet i sykehus med høyt volum, og en studie har ikke justert for case-mix og tillegges derfor ikke betydning.

Oppsummering

Et sentralt aspekt ved neonatal omsorg er betydningen av neonatale intensivavdelinger for neonatal mortalitet, spesielt for nyfødte med lav fødselsvekt. Slike avdelinger er ofte knyttet til sykehus med høyt volum, og bringer et tillegselement inn i vurderingen som vanskeliggjør en reel analyse av hvilke faktorer som er viktige for behandlingskvalitet. Samlet sett er det mye som tyder på at premature og nyfødte med lav fødselsvekt behandlet ved sykehus med høyt volum eller sykehus med neonatal intensivavdeling har lavere risiko for mortalitet enn de som er behandlet ved sykehus med lavt volum eller sykehus uten neonatal intensivavdeling.

Betydningen av volum for neonatal mortalitet ved lavrisikofødsler er imidlertid ikke entydig dokumentert.

4.7 Intensivbehandling av barn og voksne

En studie har undersøkt sammenhengen volum/behandlingsresultat i pediatriske intensivenheter (108). Dette er en prospektiv multisenterstudie som er godt justert for case-mix (III) ved Pediatric risk of mortality (PRISM) score og Pediatric Overall and Cerebral Performance score. Resultatene viste redusert risikojustert mortalitet i intensivavdelinger med økende behandlingsvolum.

I York-rapporten er det henvist til to undersøkelser. I den ene ble dødeligheten sammenlignet ved 16 forskjellige intensivenheter der antall pasienter per måned varierte

mellom 13 og 63. Materialet ble kontrollert for risikofaktorer etter PRISM score. Det ble ikke funnet statistisk signifikant assosiasjon mellom volum per måned og mortalitet. I en annen studie, hvor det også var god korreksjon for pasientsammensetning, ble det funnet lavere korrigeret mortalitet i tertiære intensivsentra enn i de øvrige. Det var betydelig forskjell i volum mellom de to typene sentra. York-rapporten viste til en studie som har vurdert intensivbehandling av voksne. Etter justering for risikofaktorer ble det ikke funnet noen sammenheng mellom volum og dødelighet.

Oppsummering

Samlet er det for intensivbehandling av barn og voksne ikke tilstrekkelig dokumentasjon for å kunne trekke konklusjoner om hvilken betydning pasientvolum har for behandlingskvalitet.

4.7.1 Systemisk lupus erythematosus

Ward undersøkte sammenhengen mellom sykehuserfaring og mortalitet ved systemisk lupus erythematosus (SLE) (109). Sykehus med mest erfaring i å behandle SLE-pasienter hadde statistisk signifikant lavere mortalitet. Denne relasjonen var sterkest hos pasienter som var innlagt med behov for øyeblikkelig hjelp for sin SLE.

4.8 Traumebehandling

Fire studier fra USA har vurdert effekten av pasientvolum ved behandling av traumepasienter. Studiene er basert på retrospektive analyser av kliniske og administrative databaser. Alle studiene har justert for skadens alvorlighetsgrad ved å benytte Trauma score tilpasset barn eller voksne, Glasgow coma scale, Abbreviated Injury Scale (AIS) eller Injury severity score (ISS), hvilket gir grad III-justering for case-mix.

To studier rapporterer at det ikke er noen sammenheng mellom pasientvolum og mortalitet ved behandling av traumepasienter (110,111). Cooper et al. fant i tillegg at det ikke var noen signifikant tendens til at sentra med lavt volum hadde lavere mortalitet. Forfatterne spekulerer over hvorvidt en del sentra med høyt volum har for stor pasientbelastning i forhold til ressursene. Helling et al. sammenlignet to kategorier av traumesentre (nivå I og II) med forskjellig pasientvolum. Det ble ikke funnet noen forskjell i mortalitet mellom disse senterene, men det forelå en viss grad av seleksjon fordi sentra med høyt volum behandlet flere pasienter med ISS over 40 og flere pasienter som trengte operativ behandling (111).

En studie har analysert om kirurgens pasientvolum har betydning for sykehusmortalitet og komplikasjoner ved et traumesenter knyttet til universitetssykehus (112). Det ble ikke funnet noen statistisk signifikant relasjon mellom årlig kirurgvolum og resultat av behandling. En nærmere analyse av behandlingstiltak kunne heller ikke påvise noen økning i feilvurderinger for kirurger med lavt volum eller relatert til antall års erfaring som kirurg. Forfatterne konkluderte med at det var skadens alvorlighetsgrad som hadde størst betydning for utfallet for pasientene.

En studie har undersøkt relasjonen mellom pasientvolum og behandlingsresultat i et stort pediatrik traumemateriale (113). Resultatene viste at det var signifikant høyere mortalitet i sykehus med høyt volum. Som forklaring angis mulig overbelastning i forhold til ressurser. En analyse avslørte imidlertid enkelte tilfeller av unødvendige dødsfall i grupper med liten risiko behandlet i sykehus med lavt volum.

York-rapporten viser til vurdering av 24 studier som undersøkte volum-kvalitetsrelasjonen ved traumeomsorg. I studier som var godt kontrollerte for pasientsammensetning var det vanskelig å finne en konsistent positiv relasjon mellom volum og kvalitet målt som sykehusmortalitet. Dette gjaldt både der forskjellige sykehus var sammenlignet og der man foretok analyser i samme enhet med endring i volum over tid. Ved lukkede skader hos voksne syntes imidlertid kirurgvolum å være en signifikant prediktor for overlevelse. Dette gjaldt ikke ved penetrerende skade eller hos pediatrike pasienter.

Oppsummering

Litteraturen viser ingen sammenheng mellom volum og mortalitet, til tross for at det er mange studier som har vurdert dette. Det synes å være skadens omfang som er av betydning for overlevelse etter traume. Studiene om traumebehandling er for en stor del amerikanske og i USA er traumebehandlingen helt annerledes organisert enn i Norge. I norsk målestokk vil de fleste traumesentre framstå som rimelig store, og overføringsverdien til norske forhold må derfor sies å være begrenset.

4.9 Mage-tarm prosedyrer

Dette omfatter inngrep som i hovedsak er utført i forbindelse med godartet (benign) sykdom. Inngrep i forbindelse med maligne tilstander er behandlet i kapittel 6.1.

4.9.1 Fjerning av galleblære (kolecystektomi)

To studier har vurdert betydningen av sykehusenes pasientvolum for behandlingskvaliteten. Begge studiene har prospektivt registrert behandlingsresultater for åpen og laparoskopisk fjerning av galleblære og analysert dette i forhold til sykehusenes pasientvolum. Den ene studien som er gjennomført i Norge (Norsk Cholecystektomiregister), fant at pasienter behandlet ved sykehus med lavt volum (< 25 pasienter i året) hadde fem ganger økt risiko for skade på gallegangen (114). Det ble også funnet en lineær sammenheng mellom frekvensen av alvorlige komplikasjoner inkludert mortalitet og pasientvolum.

Den andre studien som er en analyse av Veteran Affairs sykehus i USA fant ingen sammenheng mellom sykehusenes pasientvolum og mortalitet (40). En studie har for dårlig beskrivelse av volum, og det er usikkerhet om resultatenes validitet, denne er derfor ikke tillagt betydning (115).

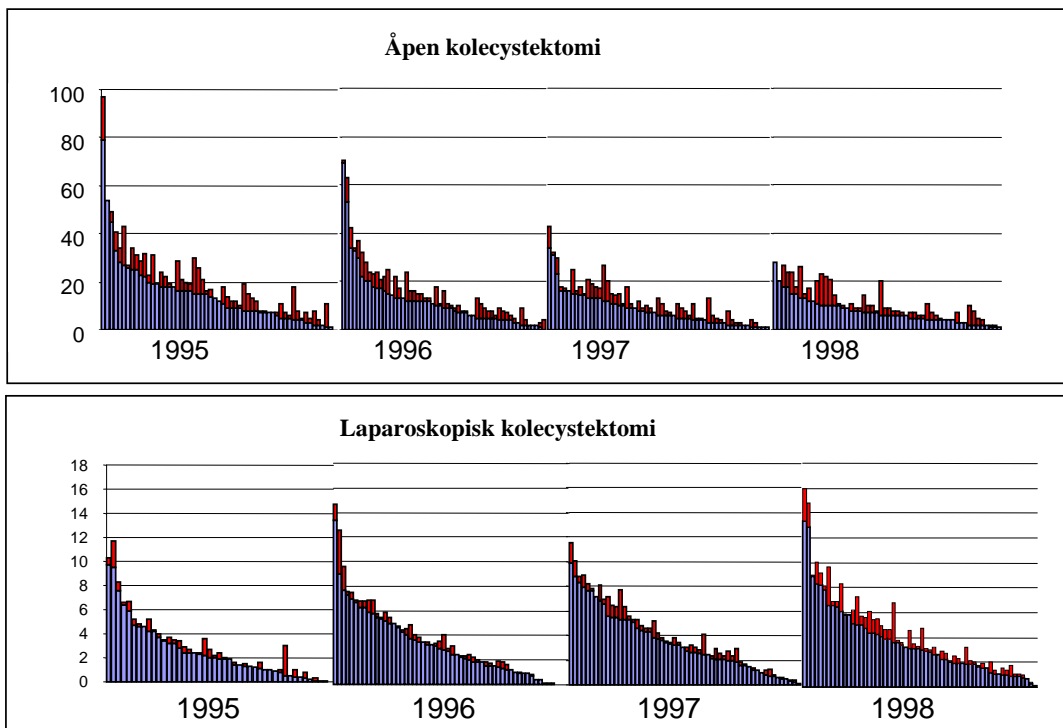
York-rapporten viser til 10 studier som har vurdert betydningen av volum for behandlingsresultater ved kolecystektomi. Resultatene fra disse studiene varierer, men to studier med god justering for case-mix rapporter lavere mortalitet for pasienter behandlet ved sykehus med høyt volum. Den ene studien fant ingen effekt av kirurgvolum på mortalitet. Studier med dårligere korreksjon for case-mix rapporterer varierende effekt av volum for behandlingskvalitet.

Oppsummering

Samlet sett er det ikke mulig å konkludere om en volum-kvalitetsrelasjon ved kolecystektomi. Resultatene fra foreliggende studier varierer i konklusjon. Det er også problemer knyttet til valg av endepunkt fordi mortalitetsraten og komplikasjoner som skade på gallegangene er svært lav, og at det derfor kan være vanskelig å påvise forskjeller mellom sykehus.

Prosedyrenivå ved norske sykehus

Data fra NPR (figur 16) viser at antall åpne kolecystektomier for galleblæresten ble redusert fra 834 operasjoner i 1995 til 407 operasjoner i 1998. Samtidig var det i denne perioden en økning i antall laparoskopiske operasjoner fra 1 130 - 2 108. Antall åpne kolecystektomier for kolecystitt ble redusert fra 272 operasjoner i 1995 til 186 i 1998 og antall laparoskopiske inngrep økte samtidig fra 169 - 414. Disse inngrepene er spredt på mange sykehus, og 19-24 sykehus utførte færre enn 25 laparoskopiske inngrep.



Figur 16: Viser antall prosedyrer for åpen og laparoskopisk kolecystektomi.

■ viser antall inngrep for galleblæresten (prosedyrekode 574 og 574.2)

■ viser antall inngrep for kolecystitt (prosedyrekode (574.0 og 574.1).

4.9.2 Fremstilling av galle- og bukspyttkjertelganger (endoskopisk retrograd cholangiopancreatography (ERCP))

En italiensk studie har vurdert komplikasjoner og mortalitet i relasjon til sykehusvolum for denne prosedyren (116). Dette er en prospektiv kohortstudie med 2 769 pasienter, der det er kontrollert for demografiske og kliniske risikofaktorer (grad III).

For terapeutisk ERCP ble det vist at den relative risiko for komplikasjoner for pasienter behandlet ved sykehus med lavt volum (< 200 operasjoner /år) var 2,9 ganger høyere enn for pasienter behandlet ved sykehus med høyt volum (> 200 operasjoner/år). Dette ble knyttet til bruk av mindre risikofylte teknikker ved sykehus med høyt volum.

4.9.3 Gallegangsanastomose

En retrospektiv studie har vurdert betydningen av sykehusvolum for mortalitet ved behandling av pasienter for gallegangsanastomose (16). Studien var relativt godt justert for pasientenes risikofaktorer (grad II), men det er ikke beskrevet for hvilke indikasjoner inngrepet ble utført. Resultatene viste at pasienter behandlet ved et sykehus med høyt

volum hadde redusert dødelighet sammenlignet med sykehus med veldig lavt volum. Det var ingen signifikant forskjell mellom sykehuskategorier med lavere volum (medium, lav og veldig lav). Det er imidlertid ikke mulig å trekke konklusjoner fra denne studien fordi datagrunnlaget er upresist.

4.9.4 Gallegangsartresi (Portoenterostomi)

En prospektiv studie har vurdert betydningen av sykehusvolum for femårs overlevelse eller behov for levertransplantasjon for pasienter behandlet for gallegangsartresi (117). Dette er en prospektiv studie med 91 barn, som kun har justert for pasientens alder ved inngrepet (case-mix I). Studien fant at pasienter behandlet ved sykehus med høyt volum (> 5 pasienter/år) hadde bedre fem år overlevelse enn pasienter behandlet ved sykehus med lavt volum (< 5 pasienter/år). Sykehus med høyt volum hadde signifikant kortere tid fra innleggelse til operasjonen ble utført, 10 dager versus 14 dager. Det konkluderes med at disse pasientene bør behandles ved sykehus som utfører minst 5 prosedyrer i året.

4.9.5 Operasjon for refluks-sykdom

En studie fra et finsk sykehus har vurdert behandling av pasienter med refluks-sykdom behandlet med åpen fundoplikasjon. Resultatene fra denne viste at pasienter behandlet av kirurger med høyt volum (> 10 prosedyrer/år) hadde lavere reoperasjonsrate og ingen eller mindre reflukssymptomer enn pasienter behandlet av kirurger med lavt volum (118). Studien var relativt godt justert for pasientenes risikofaktorer (grad II). Det er ikke identifisert data om volum-kvalitetsrelasjonen ved laparoskopiske teknikker for fundoplikasjon.

4.9.6 Øvrige prosedyrer

Dette omfatter studier der det ikke er funnet litteratur publisert etter 1996, og der resultatene er fra York-rapporten.

Seks studier har vurdert forskjellige inngrep på magesekken, gastrektomi, vagotomi og kirurgisk behandling av magesår. Resultatene fra disse er ikke entydige. Fire studier har vurdert volum-kvalitetsrelasjonen ved blindtarmbetennelse. To av disse hadde relativt god justering for case-mix. Resultatene fra disse studiene viser at pasienter behandlet av sykehus med høyt volum hadde bedre prognose (mortalitet og liggetid) enn pasienter behandlet ved sykehus med lavt volum.

Fem studier har vurdert betydningen av volum for mortalitet ved brokkoperasjoner. Tre av studiene var relativt godt justert for case-mix (II), og resultatene fra to av disse viste at sykehus med høyt volum hadde lavere mortalitet enn sykehus med lavt volum.

En studie viste at ved ikke kirurgisk behandling av sykdom i galleblære hadde sykehus med høyt volum signifikant flere dødsfall enn forventet. Studien var godt justert for case-mix (III).

Ni studier har vurdert kirurgiske inngrep på tynn- og tykktarm for andre indikasjoner enn kreft (tykktarmsreseksjon, tynntarmsreseksjon, colectomi, gastrointestinale blødninger, pancreasreseksjon). Seks hadde god eller relativt god justering for case-mix. Fem av disse rapporterer at sykehus med høyt volum har lavere mortalitet enn sykehus med lavt volum. En studie fant ingen sammenheng mellom volum og mortalitet for tykktarmsreseksjon, men fant at sykehus med høyt volum som behandlet pasienter for gastrointestinale blødninger hadde høyere mortalitet enn sykehus med lavt volum.

4.10 Andre kirurgiske inngrep

4.10.1 Inngrep på indresekretoriske kjertler

Tre studier har vurdert volum-kvalitetsrelasjonen ved inngrep på kjertler. En av disse vurderte inngrep på skjoldbruskkjertelen (thyroidea) ved maligne eller benigne tilstander (119). Denne studien omfatter et stort antall pasienter (5 860), og var relativt godt justert for case-mix (II). Studien viste at kirurger som opererte mange pasienter hadde færre komplikasjoner enn dem som opererte få, men forskjellene var små (komplikasjonsfrekvens 8,6% blant kirurger som opererte 1-9 pasienter i løpet av seks år versus 5,1% blant kirurger som opererte over 100 i den samme perioden). Det var ingen forskjell i komplikasjoner for pasienter operert ved sykehus med forskjellig pasientvolum (119). To studier har ingen justering for case-mix og vektlegges dermed lite (120,121).

4.10.2 Operasjon for grå stær

En studie har undersøkt komplikasjonsfrekvens (bakre kapselruptur) blant pasienter med grå stær operert av 19 forskjellige kirurger ved ett amerikansk sykehus. Denne studien har ikke korrigert for case-mix, men det understrekes at pasientgruppen var relativt homogen. Det ble ikke påvist noen forskjell i kapselruptur mellom kirurger med høyt og lavt volum (122). York-rapporten viser til en studie med god justering for case-mix (III), denne studien viste at kirurger med høyt volum hadde flere komplikasjoner enn de med lavt volum.

4.10.3 Operasjon for medfødt ganespalte

En studie har undersøkt reoperasjonsfrekvensen blant 401 pasienter operert med lukking av medfødt ganespalte av ni forskjellige kirurger ved ett amerikansk sykehus. Denne studien har ikke korrigert for case-mix. Det ble ikke påvist noen forskjell mellom kirurgene (123).

4.10.4 Øvrige prosedyrer

En studie har vurdert betydningen av sykehus- og legevolum for mortalitet ved behandling av pasienter med infeksjoner i nyre eller urinveiene. Studien var relativt godt justert for case-mix (II). Det ble ikke funnet noen effekt av volum.

En studie har vurdert betydningen av kirurgvolum ved urologiske operasjoner, men resultatene fra denne er ikke konklusiv fordi pasientsammensetningen var signifikant forskjellig for leger med høyt og lavt volum.

Fire studier har vurdert betydningen av sykehus- og/eller kirurgvolum for mortalitet, komplikasjoner og postoperative infeksjoner ved fjerning av livmor. Tre av disse var relativt godt justert for case-mix (II) og rapporterte bedre resultater for sykehus og leger med høyt volum (2 studier).

5. Diskusjon

Vurdering av litteratur om volum-kvalitetsrelasjonen viser at volum har betydning for utfall ved mange prosedyrer og at pasienter behandlet ved sykehus med lavt volum har høyere risiko for komplikasjoner eller dødelig utfall. Dette utelukker ikke at enkelte sykehus med lavt volum kan oppnå tilsvarende gode resultater som sykehus med høyt volum, eller at enkelte sykehus med høyt volum kan gi behandling av dårlig kvalitet. Av de 112 inkluderte studiene, rapporterer 87 at volum har betydning for behandlingskvaliteten for minst et av parametrene (sykehus eller lege, og et eller flere endepunkt) som er vurdert, og 26 at det ikke kan vises til noen sammenheng mellom volum og kvalitet. Dette utgjør 78 % av studiene som er vurdert. Dette samsvarer med resultatene i den nye rapporten fra Institute of Medicine, der 77% av studiene viste at pasientvolum har betydning for behandlingskvaliteten (4).

Forskningsaktiviteten omkring volum – kvalitet har hovedsakelig omfattet kirurgiske inngrep, og spesielt behandling av pasienter med kreft eller hjerte- og kar sykdommer. Det er også innenfor disse feltene at dokumentasjonen om en volum-kvalitetssammenheng er best.

- Ved behandling av visse kreftsykdommer som kreft i spiserør, bukspyttkjertel, lever og endetarmskreft er det rimelig godt dokumentert at pasienter behandlet av sykehus eller leger med høyt volum har bedre overlevelse enn pasienter behandlet ved sykehus med lavt volum.
- Tilsvarende er det ved behandling av hjerte- og karsykdommer dokumentert at pasienter behandlet av sykehus eller kirurger med høyt volum har bedre overlevelse eller mindre alvorlige komplikasjoner for utblokking av hjertets kransarterier (PTCA), abdominale aorta aneurismer, hjerteinfarkt og operasjon for tette kransarterier i hjertet (bypass). Det er også relativt godt dokumentert at sykehus og kirurgvolum er viktig for resultatene ved barnehjertekirurgi.
- Innenfor transplantasjonsvirksomhet er det flere studier som viser at pasienter behandlet ved sykehus med høyt volum har bedre langtidsoverlevelse og organoverlevelse enn pasienter behandlet ved sykehus med lavt volum.
- Ved behandling av pasienter med AIDS er det også vist at pasienter behandlet ved sykehus med høyt volum har bedre overlevelse enn pasienter behandlet ved sykehus med lavt volum.

For en rekke andre prosedyrer er det for få studier eller resultatene fra foreliggende studier er motstridende slik at det ikke er mulig å konkludere.

Volum-kvalitetsrelasjonene er i liten utstrekning studert ved behandling av pasienter med kroniske lidelser, slik som diabetes, revmatiske sykdommer etc.

5.1 Hva betyr volum?

Volum kan for enkelte prosedyrer være den direkte årsak til gode resultater, fordi det er nødvendig med kontinuerlig erfaring for å vedlikeholde de nødvendige ferdighetene. For andre prosedyrer er det ikke volum i seg selv, men andre årsaker til at sykehus eller leger som behandler mange pasienter oppnår bedre resultater.

Fire studier har vurdert aspekter ved behandlingen som kan forklare hvorfor volum er viktig. En studie viste at pasienter behandlet for akutt hjerteinfarkt ved sykehus med høyt volum oftere fikk effektive medisiner (trombolyse, aspirin, betablokkere, ACE-hemmere) enn pasienter behandlet ved sykehus med lavt volum. Dette forklarte ca 30% av forskjellene i overlevelse (74). En annen studie viste at ved fremstilling av galle og bukspyttganger (endoskopisk retrograd cholangiografi) brukte sykehus med høyt volum mindre risikofylte teknikker (116). En tredje studie som har analysert nyretransplantasjon viste at sykehus med høyt volum hadde økt organoverlevelse og at denne forskjellen kunne forklares med bedre behandlingsstrategi for å redusere risiko for avstøtningsreaksjon (bruk av anti-T celle antistoffer) (100). En fjerde studie viste at sykehus med høyt volum raskere diagnostiserte og iverksatte livsnødvendig operasjon for nyfødte med gallegangsartresi (117). Disse studiene viser hver for seg til at valg av behandlingsstrategi kan være en viktig årsak til forskjeller mellom sykehus. Dette aspektet bør være et viktig fokus for nye studier innenfor dette feltet.

De fleste studier har vurdert betydningen av sykehusenes eller legens pasientvolum for behandlingskvalitet alene. Men det foreligger også studier som har vurdert i hvilken grad legens behandlingsresultater er påvirket av pasientvolumet for sykehuset. Denne interaksjonen er studert for behandling av hjerte- og karsykdommer og kreft. Selv om resultatene fra disse ikke er entydige, viser fire av studiene at sykehusenes pasientvolum har betydning for legens resultater. Ved behandling av pasienter med kreft i tykktarm og endetarm, ved PTCA og carotis endarterektomi hadde leger med lavt volum bedre resultater om de jobbet i sykehus med høyt volum enn i sykehus med lavt volum (3, 45, 71, 90). En studie fant ingen forskjeller i komplikasjonsrater for leger i sykehus med høyt versus lavt volum (91).

Imidlertid viser en studie om pediatrik hjertekirurgi at kirurger med lavt volum hadde sammenlignbar risikojustert mortalitet uavhengig av sykehusvolum (8,47 versus 8,94), mens kirurger med høyt volum i sykehus med høyt volum hadde lavere risikojustert mortalitet enn det nasjonale gjennomsnittet (71).

Disse studiene viser at betydningen av kirurger med lavt volum for behandlingsresultatene kan kompenseres i sykehus med høyt volum for enkelte prosedyrer, men ikke for alle som vist ved pediatrik hjertekirurgi.

5.2 Hvor relevante er endepunktene som kvalitetsparametere?

Det er hovedsakelig to endepunkter som benyttes i studier om volum- kvalitet: mortalitet og komplikasjoner. Men det er også studier som har vurdert livskvalitet og transplantatoverlevelse. Et viktig spørsmål er hvor godt endepunktet belyser kvalitetsproblemer for den aktuelle prosedyre, og om oppfølgingstiden er tilstrekkelig lang for å dokumentere utfallet.

Ved flere prosedyrer er mortalitet et sjeldent utfall, men komplikasjoner et større problem. Dette gjelder f.eks. ved radikal prostatektomi for prostatakreft der dødelighet er svært lav og det er små forskjeller i mortalitet mellom sykehus med enten høyt eller lavt volum. Komplikasjoner som impotens og inkontinens er et betydelig problem knyttet til dette inngrepet, og kan derfor være et bedre mål på behandlingskvaliteten enn dødelighet.

Ved ortopediske inngrep, spesielt for hofte- og kneproteser er endepunktet mortalitet et sjeldent utfall, og reoperasjonsrate og senfunksjon kan være et mer relevant endepunkt. Av de vurderte studiene har seks av ni komplikasjoner som endepunkter, men kun én av disse har en tilstrekkelig lang oppfølgingstid (> fem år) for å synliggjøre forskjeller i de funksjonelle resultatene for dette endepunktet.

Ved operasjoner for tette pulsårer på bena har studiene stort sett fokusert på mortalitet og amputasjonsfrekvens i disse arbeidene, men en viktig kvalitetsindikator ville antagelig være hvor lenge rekonstruksjonene holdt seg åpne og hvordan pasientens funksjonsevne er (gangdistanse, etc).

Mange av studiene har kort oppfølgingstid og rapporterer mortalitet på sykehuset eller i løpet av 30 dager. En viktig innvending mot disse endepunktene er at det kan reflektere sykehusenes utskrivningspraksis mer enn kvaliteten på behandlingen (9). På den måten vil sykehus som skriver ut pasienter med økt risiko for å dø bli registrert med lavere mortalitetsrate. Denne feilkilden kan være aktuell fordi det ofte er store sykehus som skriver ut pasienter til mindre sykehus.

En annen vurdering er hvilken klinisk betydning resultatene har. For enkelte lavrisiko-prosedyrer der mortaliteten er svært lav, kan den målte kliniske betydningen av volum være minimal. Dette gjelder f.eks. ved prostatektomi, der det ble påvist en forskjell i overlevelse på 0.25 %.

5.3 Er resultatene troverdige?

Kunnskap om behandlingseffekter besvares vanligvis best ved gjennomføring av randomiserte kliniske studier. Studier om volum - kvalitet er hovedsakelig observasjonsstudier av administrative eller kliniske data, og spørsmålet er om denne problemstillingen kan besvares godt ved et slikt studiedesign. Det er praktisk lite sannsynlig å gjennomføre randomiserte kliniske studier med tilfeldig fordeling av pasienter til sykehus eller leger med høyt eller lavt volum. Observasjonsstudier kan omfatte en bredere sammensetting av pasienter, sykehus og leger enn det som er mulig å få til gjennom randomiserte studier. I mangel av den tilfeldige fordelingen er det viktig at pasientsammensetningen er så lik som mulig ved sykehusene som sammenlignes. I metodevurderingen har vi diskutert ulike problemer knyttet til observasjonsstudier, og hvordan kvaliteten på studiene kan vurderes for å redusere bidraget fra slike feilkilder.

Ved sammenstilling av resultatene er det gjort en kvalitetsvurdering av hver enkelt studie, med vekt på justering for pasientenes risikofaktorer (bl.a. sykdommens alvorlighetsgrad og/eller komorbiditet, grad II eller III). Studiekvaliteten varierer noe for de inkluderte studiene, men 97 av 112 studier har grad II eller III-justering av pasientenes risikofaktorer. Mangel på justering kan enten maskere eller feilaktig påvise sammenheng mellom pasientvolum eller behandlingskvalitet. York-rapporten viste at

sammenhengen mellom pasientvolum og mortalitet/komplikasjoner ved aortokoronar bypass var størst for studier med dårlig risikjustering (3). Rapporten fra Institute of Medicine har benyttet et omfattende scoringssystem for rangering av studiekvalitet, der risikjustering var en av 18 parametere (4). Av de 16 studiene med best kvalitet viste alle en sammenheng mellom volum og kvalitet. Risikjustering kan kun gjennomføres for kjente risikofaktorer, og det er alltid et forbehold ved denne type studier at det er ukjente faktorer som det ikke er mulig å kontrollere for. Ved oppsummering av konklusjonene er det derfor lagt vekt på at sammenhengen mellom volum og kvalitet for den enkelte prosedyre/diagnose skal være dokumentert i flere uavhengige studier.

Publikasjonsbias kan være et problem for denne typen litteratur, ved at studier som ikke dokumenterer en volum-kvalitetssammenheng ikke publiseres, eller i mindre utstrekning aksepteres for publikasjon. Selv om vi ikke kan utelukke publikasjonsbias, er det innenfor enkelte problemstillinger (ortopedi, traumer) en relativt jevn fordeling av studier som både viser og ikke viser en sammenheng mellom volum og kvalitet.

En gjennomgang av de inkluderte studiene viser at det gjennomsnittlig har tatt 4,3 år fra innsamling av data til studien ble publisert enten studien bekrefter eller avkrefter en sammenheng mellom volum og kvalitet. Det er derfor lite sannsynlig at det generelt tar lengre tid å publisere studier som ikke rapporterer sammenheng mellom volum og kvalitet.

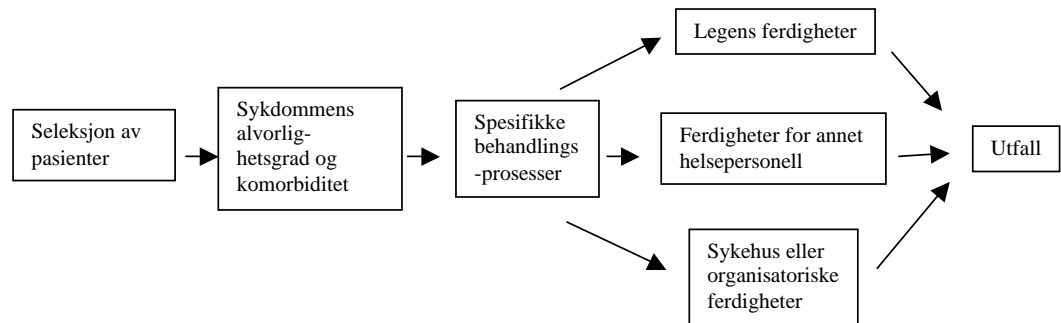
5.4 Hvilken betydning har resultatene for norsk helsevesen?

Kunnskapen om volum-kvalitet er hovedsakelig basert på informasjon fra studier utført i USA. Kun fem av studiene i denne og York-rapporten er fra Norge eller omfatter norske sykehus (43,102,107,114,124). Kunnskap om forhold ved norske sykehus burde ideelt sett benyttes som utgangspunkt for beslutninger, og slik kunnskap er og kan bli tilgjengelig gjennom kliniske kvalitetsregistre. Det er imidlertid viktige problemstillinger som er belyst og besvart i den internasjonale litteratur som er av relevans for norske forhold.

5.5 Forhold som kan tenkes å kompensere for volum

Litteraturen dokumenterer at enkelte sykehus med lavt volum kan oppnå like god behandlingskvalitet som sykehus med høyt volum. Volum er verken en tilstrekkelig eller nødvendig betingelse for god behandlingskvalitet. Eller sagt på en annen måte: kvalitet antas å være et resultat av noen underliggende mekanismer som ofte – men ikke alltid – synes å være assosiert med høye sykehus- og legevolum.

Institute of Medicine, The National Academies, Washington DC, har i rapporten "Interpreting the Volume-Outcome Relationship in the Context of Health Care Quality" (2001) (4) drøftet slike spørsmål. De har skissert en modell (Figur 17) som viser hvordan volum kan påvirke utfall ("health outcomes").



Figur 17: Modell fra rapporten fra Institute of Medicine (4), over faktorer (i norsk oversettelse) som påvirker et behandlingsutfall.

Modellen peker på to viktige forhold. Utfall og behandlingskvalitet påvirkes både av innhold og måten utredning og behandling skjer på ("processes of care"), samt organisasjonens og de ansattes ferdighet og kompetanse ("skill").

Det ligger utenfor rammen av denne utredning å utrede og drøfte slike spørsmål. Problemstillingen er særlig relevant for norske forhold ettersom vår geografi og bosetting setter grenser for enhetenes størrelse. Spørsmålet om hvorvidt større innsikt i og fokus på ferdigheter og prosesser også kan forbedre kvaliteten for sykehus og leger med lavere volum bør derfor studeres nærmere.

Det er to forhold som synes viktige. For det første om og i hvilken grad standardisering av utredning og behandling kan kompensere for lavt volum. Det andre er om hvilke deler eller elementer av ferdigheter og kompetanse som er avgjørende, og om det er mulig å bedre elementene ved å fokusere ennå mer på opplæring og videreutdanning. Man vet også lite om i hvilken grad erfaring med andre operasjoner innen fagområdet kan kompensere for et lite volum for en bestemt prosedyre.

Dersom slike kliniske og organisatoriske ferdigheter og prosesser lar seg identifisere, følger spørsmålet om hvorfor slike ferdigheter og prosesser synes å bli enklere utløst i høyvolum-kontekster. Blant ulike kompensatoriske forhold som kunne tenkes å ha betydning, nevnes følgende:

- Hvorvidt et sykehus eller en lege er tilkopleet former for faglige eller organisatoriske nettverk for erfarings- og kunnskapsutveksling (inklusive hospitering ved sykehus med dokumentert god kvalitet).
- Hvorvidt sykehus og fagmiljø opprettholder sin kompetanse og løpende reviderer sine kliniske retningslinjer i tråd med anbefalt praksis.
- Hvorvidt et sykehus dokumenterer, publiserer og sammenligner sine kliniske resultater med sikte på individuell og organisatorisk læring og forbedring (kvalitetssikring).

6. English summary

The relationship between hospital or physician volume and the quality of health care has been increasingly studied over the past 20 years. These studies are mainly of observational design, although randomised controlled trials (RCT) has been conducted. Information from observational studies must be interpreted with caution, due to the possibility that various sources of bias may flaw the results. RCTs on the other hand may not be a suitable study design to answer the questions of quality in health care. Several risk adjustment systems have been developed to adjust for differences in severity of illness and comorbid conditions. Although such adjustments improves the likelihood of fair comparisons of hospitals and physicians, there may be other sources of biases both known and unknown that are impossible to adjust for. One advantage of observational studies is the larger sample of hospitals, physicians and patients that may be included in the study compared to RCTs.

The current report is a summary of the evidens on the relationship between hospital or physician volume of activities and the quality of health care. The report is a review of the literature published form 1997 to 2000, and a summary of the findings in a previously published CDR-report "concentration and choice in the provision of hospital services" (3). The quality of each study was graded from 0-III according to the level of case-mix adjustment, and conclusions was based on studies with grade II or III adjustment (grade II: age, sex, severity of illness or comorbidity, grade III: age, sex, severity of illness and comorbidity).

There is no evidence to suggest a general relationship between volume of activities and quality of health care. The relationship must be studied separately for each procedure or diagnosis in question.

In surgical treatment of cancer in esophagus, pancreas and liver there is evidence that patients treated in high volume hospitals or by high volume surgeons has better survival.

For the cardiovascular procedures abdominal aortaaneurysms, carotid endarterectomy, pediatric cardiac surgery, acute myocardial infarction and PTCA there seems to be an effect of hospital and/or surgeon volume on mortality or morbidity.

For organ transplantations, patients treated in high volume centers have better long time survival and organ survival than patients treated in low volume centers.

In the treatment of AIDS, patients treated in high volume hospitals have better survival than patients treated in low volume hospitals.

The volume outcome relationship has been extensively studied in treatment of traumas, and there is no consistent relationship between hospital volume and outcome.

For orthopaedic procedures (hip or knee arthroplasty or hip fracture) the results from the literature is inconsistent. The outcome studied is mortality or morbidity, and most have to short follow up to reveal complications such as revision rate.

The report also documents the activities of selected procedures in Norwegian hospitals. Treatment of aortic aneurysm and patients with colorectal, esophageal or pancreas cancer is spread on many hospitals, some with a volume of only 1-2 procedures each year. In some instances this is due to emergency admissions, but also elective procedures were performed in hospitals with low volumes.

7. Referanser

- (1) Kvinnsland S, Enger E, Førde OH, Kufaas T, Evensen SA, Søreide O et al. Forholdet mellom pasientvolum og behandlingskvalitet. 4-93, 1-80. 1993. Helsedirektoratet. Helsedirektoratets utredningsserie.
- (2) Järhult J. Är stora sjukhus bättre än små? Om volymenes betydelse for kvaliteten innom kirurgin. 1-177. 1995. Stockholm, Landstingsförbundet.
- (3) Sowden AJ, Grilli R, Rice N. The relationship between hospital volume and quality of health outcomes. Ferguson B, Posnett JW, Sheldon TA, editors. 8 part 1, 1-289. 1997. NHS Centre for Reviews and Dissemination, University of York. Concentration and choice in the provision of hospital services.
- (4) Halm EA, Lee C, Chassin MR. How is volume related to the quality in health care? A systematic review of the research literature. 1-78. 2000. Washington DC, Institute of Medicine.
- (5) Aletras V. The relationship between volume and scope of activity and hospital costs. Ferguson B, Posnett JW, Sheldon TA, editors. 8 part 1, 1-131. 1997. NHS Centre for Reviews and Dissemination, University of York. Concentration and choice in the provision of hospital services.
- (6) Place M. The relationship between concentration, patient accessibility and utilization of services. Ferguson B, Posnett JW, Sheldon TA, editors. 8 part 1, 1-79. 1997. NHS Centre for Reviews and Dissemination, University of York. Concentration and choice in the provision of hospital services.
- (7) Iezzoni LI. Assessing quality using administrative data. *Ann Intern Med* 1997; 127(8 Pt 2):666-674.
- (8) Iezzoni LI. An introduction to risk adjustment. *Am J Med Qual* 1996; 11(1):S8-11.
- (9) Khuri SF, Daley J, Henderson WG. The measurement of quality in surgery. *Adv Surg* 1999; 33:113-140.
- (10) Parry JM, Collins S, Mathers J, Scott NA, Woodman CB. Influence of volume of work on the outcome of treatment for patients with colorectal cancer. *British Journal of Surgery* 1999; 86(4):475-481.
- (11) Kee F, Wilson RH, Harper C, Patterson CC, McCallion K, Houston RF et al. Influence of hospital and clinician workload on survival from colorectal cancer: cohort study. *BMJ* 1999; 318(7195):1381-1385.

- (12) Harmon JW, Tang DG, Gordon TA, Bowman HM, Choti MA, Kaufman HS et al. Hospital volume can serve as a surrogate for surgeon volume for achieving excellent outcomes in colorectal resection. *Annals of Surgery* 1999; 230(3):404-411.
- (13) Hermanek P, Mansmann U, Staimmer DS, Riedl S, Hermanek P. The German experience: the surgeon as a prognostic factor in colon and rectal cancer surgery. *Surgical Oncology Clinics of North America* 9(1):33-49.
- (14) Schrag D, Cramer LD, Bach PB, Cohen AM, Warren JL, Begg CB. Influence of hospital procedure volume on outcomes following surgery for colon cancer. *JAMA* 2000; 284(23):3028-3035.
- (15) Blomqvist P, Ekbohm A, Nyren O, Krusemo U, Bergstrom R, Adami HO. Survival after colon cancer 1973-1990 in Sweden. Convergence between catchment areas. *Ann Surg* 1997; 225(2):208-216.
- (16) Gordon TA, Bowman HM, Bass EB, Lillemoe KD, Yeo CJ, Heitmiller RF et al. Complex gastrointestinal surgery: impact of provider experience on clinical and economic outcomes. *Journal of the American College of Surgeons* 1999; 189(1):46-56.
- (17) Bennett CL, Stryker SJ, Ferreira MR, Adams J, Beart RW, Jr. The learning curve for laparoscopic colorectal surgery. Preliminary results from a prospective analysis of 1194 laparoscopic-assisted colectomies [published erratum appears in *Arch Surg* 1997 Jul;132(7):781]. *Archives of Surgery* 1997; 132(1):41-44.
- (18) Junginger T, Kuchle R, Dutkowski P, Thumerer A. [Systematic internal quality control in surgery 1993 to 1997]. *Z Arztl Fortbild Qualitatssich* 1998; 92(10):705-714.
- (19) Blomqvist P, Ekbohm A, Nyren O, Krusemo UB, Bergstrom R, Adami HO. Survival after rectal cancer: differences between hospital catchment areas. A nationwide study in Sweden. *Gut* 1999; 45(1):39-44.
- (20) Holm T, Johansson H, Cedermark B, Ekelund G, Rutqvist LE. Influence of hospital- and surgeon-related factors on outcome after treatment of rectal cancer with or without preoperative radiotherapy. *Br J Surg* 1997; 84(5):657-663.
- (21) Simunovic M, To T, Baxter N, Balschem A, Ross E, Cohen Z et al. Hospital procedure volume and teaching status do not influence treatment and outcome measures of rectal cancer surgery in a large general population. *Journal of Gastrointestinal Surgery* 2000; 4(3):324-330.
- (22) Simons AJ, Ker R, Groshen S, Gee C, Anthone GJ, Ortega AE et al. Variations in treatment of rectal cancer: the influence of hospital type and caseload. *Diseases of the Colon & Rectum* 1997; 40(6):641-646.
- (23) Porter GA, Soskolne CL, Yakimets WW, Newman SC. Surgeon-related factors and outcome in rectal cancer. *Ann Surg* 1998; 227(2):157-167.

- (24) Birkmeyer JD, Warshaw AL, Finlayson SR, Grove MR, Tosteson AN. Relationship between hospital volume and late survival after pancreaticoduodenectomy. *Surgery* 1999; 126(2):178-183.
- (25) Sosa JA, Bowman HM, Gordon TA, Bass EB, Yeo CJ, Lillemoe KD et al. Importance of hospital volume in the overall management of pancreatic cancer. *Annals of Surgery* 1998; 228(3):429-438.
- (26) Birkmeyer JD, Finlayson SR, Tosteson AN, Sharp SM, Warshaw AL, Fisher ES. Effect of hospital volume on in-hospital mortality with pancreaticoduodenectomy. *Surgery* 1999; 125(3):250-256.
- (27) Simunovic M, To T, Theriault M, Langer B. Relation between hospital surgical volume and outcome for pancreatic resection for neoplasm in a publicly funded health care system. *CMAJ* 1999; 160(5):643-648.
- (28) Glasgow RE, Mulvihill M. Hospital volume influences outcome in patients undergoing pancreatic resection for cancer. *West J Med* 1996; 165:294-300.
- (29) Begg CB, Cramer LD, Hoskins WJ, Brennan MF. Impact of hospital volume on operative mortality for major cancer surgery. *JAMA* 1998; 280(20):1747-1751.
- (30) Imperato PJ, Nenner RP, Starr HA, Will TO, Rosenberg CR, Dearie MB. The effects of regionalization on clinical outcomes for a high risk surgical procedure: a study of the Whipple procedure in New York State. *Am J Med Qual* 1996; 11(4):193-197.
- (31) Roohan PJ, Bickell NA, Baptiste MS, Therriault GD, Ferrara EP, Siu AL. Hospital volume differences and five-year survival from breast cancer. *American Journal of Public Health* 1998; 88(3):454-457.
- (32) Tasmuth T, Blomqvist C, Kalso E. Chronic post-treatment symptoms in patients with breast cancer operated in different surgical units. *European Journal of Surgical Oncology* 1999; 25(1):38-43.
- (33) Glasgow RE, Showstack JA, Katz PP, Corvera CU, Warren RS, Mulvihill SJ. The relationship between hospital volume and outcomes of hepatic resection for hepatocellular carcinoma. *Archives of Surgery* 1999; 134(1):30-35.
- (34) Choti MA, Bowman HM, Pitt HA, Sosa JA, Sitzmann JV, Cameron JL et al. Should hepatic resections be performed at high-volume referral centers? *Journal of Gastrointestinal Surgery* 1998; 2(1):11-20.
- (35) Ellison LM, Heaney JA, Birkmeyer JD. The effect of hospital volume on mortality and resource use after radical prostatectomy. *Journal of Urology* 2000; 163(3):867-869.
- (36) Yao SL, Lu-Yao G. Population-based study of relationships between hospital volume of prostatectomies, patient outcomes, and length of hospital stay. *Journal of the National Cancer Institute* 1999; 91(22):1950-1956.

- (37) Ansari MZ, Ackland MJ, Jolley DJ, Carson N, McDonald IG. Inter-hospital comparison of mortality rates. *Int J Qual Health Care* 1999; 11(1):29-35.
- (38) Swisher SG, Deford L, Merriman KW, Walsh GL, Smythe R, Vaporicyan A et al. Effect of operative volume on morbidity, mortality, and hospital use after esophagectomy for cancer. *Journal of Thoracic & Cardiovascular Surgery* 2000; 119(6):1126-1132.
- (39) Patti MG, Corvera CU, Glasgow RE, Way LW. A hospital's annual rate of esophagectomy influences the operative mortality rate. *J Gastrointest Surg* 1998; 2(2):186-192.
- (40) Khuri SF, Daley J, Henderson W, Hur K, Hossain M, Soybel D et al. Relation of surgical volume to outcome in eight common operations: results from the VA National Surgical Quality Improvement Program. *Annals of Surgery* 1999; 230(3):414-429.
- (41) Stiller CA, Benjamin S, Cartwright RA, Clough JV, Gorst DW, Kroll ME et al. Patterns of care and survival for adolescents and young adults with acute leukaemia--a population-based study. *Br J Cancer* 1999; 79(3-4):658-665.
- (42) Oivanen T, Kellokumpu-Lehtinen P, Koivisto AM, Koivunen E. Response rate and survival after conventional chemotherapy for multiple myeloma by hospitals with different inclusion rates of patients to the trials. A Finnish Leukemia Group study. *Eur J Haematol* 1999; 63(4):225-230.
- (43) Espehaug B, Havelin LI, Engesaeter LB, Vollset SE. The effect of hospital-type and operating volume on the survival of hip replacements. A review of 39,505 primary total hip replacements reported to the Norwegian Arthroplasty Register, 1988-1996. *Acta Orthopaedica Scandinavica* 1999; 70(1):12-18.
- (44) Kreder HJ, Deyo RA, Koepsell T, Swiontkowski MF, Kreuter W. Relationship between the volume of total hip replacements performed by providers and the rates of postoperative complications in the state of Washington. *Journal of Bone & Joint Surgery - American Volume* 1997; 79(4):485-494.
- (45) Kreder HJ, Williams JI, Jaglal S, Hu R, Axcell T, Stephen D. Are complication rates for elective primary total hip arthroplasty in Ontario related to surgeon and hospital volumes? A preliminary investigation. *Canadian Journal of Surgery* 1998; 41(6):431-437.
- (46) Norton EC, Garfinkel SA, McQuay LJ, Heck DA, Wright JG, Dittus R et al. The effect of hospital volume on the in-hospital complication rate in knee replacement patients. *Health Services Research* 1998; 33(5 Pt 1):1191-1210.
- (47) Taylor HD, Dennis DA, Crane HS. Relationship between mortality rates and hospital patient volume for Medicare patients undergoing major orthopaedic surgery of the hip, knee, spine, and femur. *Journal of Arthroplasty* 1997; 12(3):235-242.

- (48) Gutierrez B, Culler SD, Freund DA. Does hospital procedure-specific volume affect treatment costs? A national study of knee replacement surgery. *Health Services Research* 1998; 33(3 Pt 1):489-511.
- (49) Hamilton BH, Ho V. Does practice make perfect? Examining the relationship between hospital surgical volume and outcomes for hip fracture patients in Quebec. *Medical Care* 1998; 36(6):892-903.
- (50) Lavernia CJ. Hemiarthroplasty in hip fracture care: effects of surgical volume on short-term outcome. *Journal of Arthroplasty* 1998; 13(7):774-778.
- (51) Mayo SW, Eldrup-Jorgensen J, Lucas FL, Wennberg DE, Bredenberg CE. Carotid endarterectomy after NASCET and ACAS: a statewide study. *North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial. Asymptomatic Carotid Artery Stenosis Study. Journal of Vascular Surgery* 1998; 27(6):1017-1022.
- (52) Hannan EL, Popp AJ, Tranmer B, Fuestel P, Waldman J, Shah D. Relationship between provider volume and mortality for carotid endarterectomies in New York state. *Stroke* 1998; 29(11):2292-2297.
- (53) Manheim LM, Sohn MW, Feinglass J, Ujiki M, Parker MA, Pearce WH. Hospital vascular surgery volume and procedure mortality rates in California, 1982-1994. *Journal of Vascular Surgery* 1998; 28(1):45-56.
- (54) O'Neill L, Lanska DJ, Hartz A. Surgeon characteristics associated with mortality and morbidity following carotid endarterectomy. *Neurology*, 55(6):773-781, 2000 September 26 2000.
- (55) Cebul RD, Snow RJ, Pine R, Hertzner NR, Norris DG. Indications, outcomes, and provider volumes for carotid endarterectomy. *JAMA* 1998; 279(16):1282-1287.
- (56) Kantonen I, Lepantalo M, Salenius JP, Matzke S, Luther M, Ylonen K. Influence of surgical experience on the results of carotid surgery. The Finnvasc Study Group. *European Journal of Vascular & Endovascular Surgery* 1998; 15(2):155-160.
- (57) Karp HR, Flanders WD, Shipp CC, Taylor B, Martin D. Carotid endarterectomy among Medicare beneficiaries: a statewide evaluation of appropriateness and outcome. *Stroke* 1998; 29(1):46-52.
- (58) Kucey DS, Bowyer B, Iron K, Austin P, Anderson G, Tu JV. Determinants of outcome after carotid endarterectomy. *Journal of Vascular Surgery* 1998; 28(6):1051-1058.
- (59) Pearce WH, Parker MA, Feinglass J, Ujiki M, Manheim LM. The importance of surgeon volume and training in outcomes for vascular surgical procedures. *Journal of Vascular Surgery* 1999; 29(5):768-776.
- (60) Perler BA, Dardik A, Burleyson GP, Gordon TA, Williams GM. Influence of age and hospital volume on the results of carotid endarterectomy: a statewide analysis of 9918 cases. *Journal of Vascular Surgery* 1998; 27(1):25-31.

- (61) Roddy SP, O'Donnell TF, Jr., Wilson AL, Estes JM, Mackey WC. The Balanced Budget Act: potential implications for the practice of vascular surgery. *Journal of Vascular Surgery* 2000; 31(2):227-236.
- (62) Wennberg DE, Lucas FL, Birkmeyer JD, Bredenberg CE, Fisher ES. Variation in carotid endarterectomy mortality in the Medicare population: trial hospitals, volume, and patient characteristics. *JAMA* 1998; 279(16):1278-1281.
- (63) Morasch MD, Parker MA, Feinglass J, Manheim LM, Pearce WH. Carotid endarterectomy: characterization of recent increases in procedure rates. *Journal of Vascular Surgery* 2000; 31(5):901-909.
- (64) Dardik A, Lin JW, Gordon TA, Williams GM, Perler BA. Results of elective abdominal aortic aneurysm repair in the 1990s: A population-based analysis of 2335 cases. *Journal of Vascular Surgery* 1999; 30(6):985-995.
- (65) Dardik A, Burleyson GP, Bowman H, Gordon TA, Williams GM, Webb TH et al. Surgical repair of ruptured abdominal aortic aneurysms in the state of Maryland: factors influencing outcome among 527 recent cases. *Journal of Vascular Surgery* 1998; 28(3):413-420.
- (66) Kantonen I, Lepantalo M, Salenius JP, Matzke S, Luther M, Ylonen K. Mortality in abdominal aortic aneurysm surgery--the effect of hospital volume, patient mix and surgeon's case load. *European Journal of Vascular & Endovascular Surgery* 1997; 14(5):375-379.
- (67) Kantonen I, Lepantalo M, Brommels M, Luther M, Salenius JP, Ylonen K. Mortality in ruptured abdominal aortic aneurysms. The Finnvasc Study Group. *European Journal of Vascular & Endovascular Surgery* 1999; 17(3):208-212.
- (68) Sollano JA, Gelijns AC, Moskowitz AJ, Heitjan DF, Cullinane S, Saha T et al. Volume-outcome relationships in cardiovascular operations: New York State, 1990-1995. *Journal of Thoracic & Cardiovascular Surgery* 1999; 117(3):419-428.
- (69) Pronovost PJ, Jenckes MW, Dorman T, Garrett E, Breslow MJ, Rosenfeld BA et al. Organizational characteristics of intensive care units related to outcomes of abdominal aortic surgery. *JAMA* 1999; 281(14):1310-1317.
- (70) Kantonen I, Lepantalo M, Luther M, Salenius P, Ylonen K. Factors affecting the results of surgery for chronic critical leg ischemia--a nationwide survey. Finnvasc Study Group. *Journal of Vascular Surgery* 1998; 27(5):940-947.
- (71) Hannan EL, Racz M, Kavey RE, Quaegebeur JM, Williams R. Pediatric cardiac surgery: the effect of hospital and surgeon volume on in-hospital mortality. *Pediatrics* 1998; 101(6):963-969.
- (72) Casale PN, Jones JL, Wolf FE, Pei Y, Eby LM. Patients treated by cardiologists have a lower in-hospital mortality for acute myocardial infarction. *Journal of the American College of Cardiology* 1998; 32(4):885-889.

- (73) Nash IS, Corrato RR, Dlutowski MJ, O'Connor JP, Nash DB. Generalist versus specialist care for acute myocardial infarction. *American Journal of Cardiology* 1999; 83(5):650-654.
- (74) Thiemann DR, Coresh J, Oetgen WJ, Powe NR. The association between hospital volume and survival after acute myocardial infarction in elderly patients. *New England Journal of Medicine* 1999; 340(21):1640-1648.
- (75) Hartz AJ, Pulido JS, Kuhn EM. Are the best coronary artery bypass surgeons identified by physician surveys? *American Journal of Public Health* 1997; 87(10):1645-1648.
- (76) Hartz AJ, Kuhn EM, Pulido J. Prestige of training programs and experience of bypass surgeons as factors in adjusted patient mortality rates. *Med Care* 1999; 37(1):93-103.
- (77) Early GL, Roberts SR. Excellence and low case volume: an example of the inapplicability of volume-based credentialing. *Ann Thorac Surg* 2000; 69(1):146-150.
- (78) McGrath PD, Wennberg DE, Dickens JD, Jr., Siewers AE, Lucas FL, Malenka DJ et al. Relation between operator and hospital volume and outcomes following percutaneous coronary interventions in the era of the coronary stent. *JAMA* 2000; 284(24):3139-3144.
- (79) Rill V, Brown DL. Practice of coronary angioplasty in California in 1995 : comparison to 1989 and impact of coronary stenting. *Circulation* 1999;99(21):e12.
- (80) Maynard C, Every NR, Chapko MK, Ritchie JL. Institutional volumes and coronary angioplasty outcomes before and after the introduction of stenting. *Eff Clin Pract* 1999; 2(3):108-113.
- (81) Ritchie JL, Maynard C, Chapko MK, Every NR, Martin DC. Association between percutaneous transluminal coronary angioplasty volumes and outcomes in the Healthcare Cost and Utilization Project 1993-1994. *American Journal of Cardiology* 1999; 83(4):493-497.
- (82) Gilchrist IC, Gardner LH, Muhlestein JB, Arnold AM, Lincoff AM, Califf RM et al. Effect of institutional volume and academic status on outcomes of coronary interventions: the IMPACT-II experience. *Am Heart J* 1999; 138(5 Pt 1):976-982.
- (83) Hannan EL, Racz M, Ryan TJ, McCallister BD, Johnson LW, Arani DT et al. Coronary angioplasty volume-outcome relationships for hospitals and cardiologists. *JAMA* 1997; 277(11):892-898.
- (84) Maynard C, Every NR, Chapko MK, Ritchie JL. Outcomes of coronary angioplasty procedures performed in rural hospitals. *Am J Med* 2000; 108(9):710-713.
- (85) Jollis JG, Peterson ED, Nelson CL, Stafford JA, DeLong ER, Muhlbaier LH et al. Relationship between physician and hospital coronary angioplasty volume and outcome in elderly patients. *Circulation* 1997; 95(11):2485-2491.

- (86) Kastrati A, Neumann FJ, Schomig A. Operator volume and outcome of patients undergoing coronary stent placement. *Journal of the American College of Cardiology* 1998; 32(4):970-976.
- (87) McGrath PD, Wennberg DE, Malenka DJ, Kellett MA, Jr., Ryan TJ, Jr., O'Meara JR et al. Operator volume and outcomes in 12,998 percutaneous coronary interventions. Northern New England Cardiovascular Disease Study Group. *Journal of the American College of Cardiology* 1998; 31(3):570-576.
- (88) Ellis SG, Weintraub W, Holmes D, Shaw R, Block PC, King SB, III. Relation of operator volume and experience to procedural outcome of percutaneous coronary revascularization at hospitals with high interventional volumes. *Circulation* 1997; 95(11):2479-2484.
- (89) Lindsay J, Jr., Pinnow EE, Pichard AD. Frequency of major adverse cardiac events within one month of coronary angioplasty: a useful measure of operator performance. *Journal of the American College of Cardiology* 1999; 34(7):1916-1923.
- (90) Malenka DJ, McGrath PD, Wennberg DE, Ryan TJ, Jr., Kellett MA, Jr., Shubrooks SJ, Jr. et al. The relationship between operator volume and outcomes after percutaneous coronary interventions in high volume hospitals in 1994-1996: the northern New England experience. Northern New England Cardiovascular Disease Study Group. *Journal of the American College of Cardiology* 1999; 34(5):1471-1480.
- (91) Klein LW, Schaer GL, Calvin JE, Palvas B, Allen J, Loew J et al. Does low individual operator coronary interventional procedural volume correlate with worse institutional procedural outcome?. *Journal of the American College of Cardiology* 1997; 30(4):870-877.
- (92) Canto JG, Every NR, Magid DJ, Rogers WJ, Malmgren JA, Frederick PD et al. The volume of primary angioplasty procedures and survival after acute myocardial infarction. National Registry of Myocardial Infarction 2 Investigators. *New England Journal of Medicine* 2000; 342(21):1573-1580.
- (93) Magid DJ, Calonge BN, Rumsfeld JS, Canto JG, Frederick PD, Every NR et al. Relation between hospital primary angioplasty volume and mortality for patients with acute MI treated with primary angioplasty vs thrombolytic therapy. *JAMA* 2000; 284(24):3131-3138.
- (94) Ho V. Evolution of the volume-outcome relation for hospitals performing coronary angioplasty. *Circulation* 2000; 101(15):1806-1811.
- (95) Every NR, Maynard C, Schulman K, Ritchie JL. The association between institutional primary angioplasty procedure volume and outcome in elderly Americans. *Journal of Invasive Cardiology* 2000; 12(6):303-308.

- (96) Laine C, Markson LE, McKee LJ, Hauck WW, Fanning TR, Turner BJ. The relationship of clinic experience with advanced HIV and survival of women with AIDS. *AIDS* 1998; 12(4):417-424.
- (97) Hogg RS, Raboud J, Bigham M, Montaner JS, O'Shaughnessy M, Schechter MT. Relation between hospital HIV/AIDS caseload and mortality among persons with HIV/AIDS in Canada. *Clinical & Investigative Medicine - Medecine Clinique et Experimentale* 1998; 21(1):27-32.
- (98) Cunningham WE, Tisnado DM, Lui HH, Nakazono TT, Carlisle DM. The effect of hospital experience on mortality among patients hospitalized with acquired immunodeficiency syndrome in California. *Am J Med* 1999; 107(2):137-143.
- (99) Edwards EB, Roberts JP, McBride MA, Schulak JA, Hunsicker LG. The effect of the volume of procedures at transplantation centers on mortality after liver transplantation. *New England Journal of Medicine* 1999; 341(27):2049-2053.
- (100) Schurman SJ, Stablein DM, Perlman SA, Warady BA. Center volume effects in pediatric renal transplantation. A report of the North American Pediatric Renal Transplant Cooperative Study. *Pediatric Nephrology* 1999; 13(5):373-378.
- (101) Lin HM, Kauffman HM, McBride MA, Davies DB, Rosendale JD, Smith CM et al. Center-specific graft and patient survival rates: 1997 United Network for Organ Sharing (UNOS) report. *JAMA* 1998; 280(13):1153-1160.
- (102) Adam R, Cailliez V, Majno P, Karam V, McMaster P, Caine RY et al. Normalised intrinsic mortality risk in liver transplantation: European Liver Transplant Registry study. *Lancet* 2000; 356(9230):621-627.
- (103) Seiler A, Renner EL, Schilling M, Rieder H, Reichen J, Bischoff P et al. [Liver transplantation in a small center: feasibility, efficacy and prospects]. *Chirurg* 1997; 68(10):1004-1008.
- (104) Lund M, Ellis CJ, Coverdale HA, Agnew TM, Haydock DA, Middleton NG et al. Cardiac transplantation in New Zealand: eight years experience. *N Z Med J* 1997; 110(1042):139-142.
- (105) Frassoni F, Labopin M, Powles R, Mary JY, Arcese W, Bacigalupo A et al. Effect of centre on outcome of bone-marrow transplantation for acute myeloid leukaemia. Acute Leukaemia Working Party of the European Group for Blood and Marrow Transplantation. *Lancet* 2000; 355(9213):1393-1398.
- (106) Horbar JD, Badger GJ, Lewit EM, Rogowski J, Shiono PH. Hospital and patient characteristics associated with variation in 28-day mortality rates for very low birth weight infants. Vermont Oxford Network. *Pediatrics* 1997; 99(2):149-156.
- (107) Moster D, Lie RT, Markestad T. Relation between size of delivery unit and neonatal death in low risk deliveries: population based study. *Archives of Disease in Childhood Fetal & Neonatal Edition* 1999; 80(3):F221-F225.

- (108) Tilford JM, Simpson PM, Green JW, Lensing S, Fiser DH. Volume-outcome relationships in pediatric intensive care units. *Pediatrics* 2000; 106(2 Pt 1):289-294.
- (109) Ward MM. Hospital experience and mortality in patients with systemic lupus erythematosus. *Arthritis Rheum* 1999; 42(5):891-898.
- (110) Cooper A, Hannan EL, Bessey PQ, Farrell LS, Cayten CG, Mottley L. An examination of the volume-mortality relationship for New York State trauma centers. *Journal of Trauma-Injury Infection & Critical Care* 2000; 48(1):16-23.
- (111) Helling TS, Morse G, McNabney WK, Beggs CW, Behrends SH, Hutton-Rotert K et al. Treatment of liver injuries at level I and level II centers in a multi-institutional metropolitan trauma system. The Midwest Trauma Society Liver Trauma Study Group. *J Trauma* 1997; 42(6):1091-1096.
- (112) Richardson JD, Schmiegl R, Boaz P, Spain DA, Wohltmann C, Wilson MA et al. Impact of trauma attending surgeon case volume on outcome: is more better? *Journal of Trauma-Injury Infection & Critical Care* 1998; 44(2):266-271.
- (113) Tepas JJ, III, Patel JC, DiScala C, Wears RL, Veldenz HC. Relationship of trauma patient volume to outcome experience: can a relationship be defined? *Journal of Trauma-Injury Infection & Critical Care* 1998; 44(5):827-830.
- (114) Buanes T, Mjaland O, Waage A, Langeeggen H, Holmboe J. A population-based survey of biliary surgery in Norway. Relationship between patient volume and quality of surgical treatment. *Surgical Endoscopy* 1998; 12(6):852-855.
- (115) Conover CJ, Sloan FA, Provenzale D, Oddone E, Jowell PS, Mah ML. Hospital credentialing for laparoscopic cholecystectomy: is stricter better? *Clin Perform Qual Health Care* 1998; 6(4):155-162.
- (116) Loperfido S, Angelini G, Benedetti G, Chilovi F, Costan F, De Berardinis F et al. Major early complications from diagnostic and therapeutic ERCP: a prospective multicenter study. *Gastrointest Endosc* 1998; 48(1):1-10.
- (117) McKiernan PJ, Baker AJ, Kelly DA. The frequency and outcome of biliary atresia in the UK and Ireland. *Lancet* 2000; 355(9197):25-29.
- (118) Luostarinen ME, Isolauri JO. Surgical experience improves the long-term results of Nissen fundoplication. *Scand J Gastroenterol* 1999; 34(2):117-120.
- (119) Sosa JA, Bowman HM, Tielsch JM, Powe NR, Gordon TA, Udelsman R. The importance of surgeon experience for clinical and economic outcomes from thyroidectomy. *Annals of Surgery* 1998; 228(3):320-330.
- (120) Lamade W, Renz K, Willeke F, Klar E, Herfarth C. Effect of training on the incidence of nerve damage in thyroid surgery. *Br J Surg* 1999; 86(3):388-391.

- (121) Chen H, Zeiger MA, Gordon TA, Udelsman R. Parathyroidectomy in Maryland: effects of an endocrine center. *Surgery* 1996; 120(6):948-952.
- (122) Pingree MF, Crandall AS, Olson RJ. Cataract surgery complications in 1 year at an academic institution. *J Cataract Refract Surg* 1999; 25(5):705-708.
- (123) Witt PD, Wahlen JC, Marsh JL, Grames LM, Pilgram TK. The effect of surgeon experience on velopharyngeal functional outcome following palatoplasty: is there a learning curve? *Plastic & Reconstructive Surgery* 1998; 102(5):1375-1384.
- (124) Amundsen S, Skjaerven R, Trippestad A, Soreide O. Abdominal aortic aneurysms. Is there an association between surgical volume, surgical experience, hospital type and operative mortality? Members of the Norwegian Abdominal Aortic Aneurysm Trial. *Acta Chir Scand* 1990; 156(4):323-327.

8. Vedlegg 1 Søkestrategi

SØK I

(centrali#ation or centrali#ed).tw.
 centralized hospital services/
 (regionali#ation or regionali#ed).tw.
 (regional adj3 (centre or center or centres or centers)).ti,ab,sh.
 (regional adj3 (Service OR services OR unit OR units)).ti,ab,sh.
 (regional adj3 (Facility OR facilities)).ti,ab,sh.
 (Quantity adj2 quality).ti,ab,sh.
 Speciali#ation.tw
 (Surgeon OR physician OR hospital OR surgical OR patient) adj volume.tw
 ((surgeon or physician) adj variability).ti,ab,sh.
 (high adj volume).ti,ab,sh.
 (volume adj outcome).ti,ab,sh.
 (selective adj referral).ti,ab,sh.
 (practice adj2 perfect).ti,ab,sh.
 (decentrali#ation or decentrali#ed).tw.
 regional health planning/
 regional medical programs/
 exp treatment outcome/
 exp quality assurance, health care/
 hospital mortality/
 mortality/
 survival rate/
 exp quality of health care/
 exp "health status indicators"/
 exp "health facilities"/
 laboratories, hospital/
 animal/
 human/
 27 not (27 and 28)
 or/2, 6, 9-10, 12-14
 or/1, 3-5, 7-8, 11, 15-17
 or/18-25
 (specialist adj (centre or center or centres or centers or unit or units)).tw.
 or/30, 33
 31 and 32
 or/34-35
 36 not (26 or 29)
 34 not (26 or 29)
 37 not 38
 from 39 keep 3, 5, 7-9, 11, 14-16, 19-20, 22-26
 exp laboratories/
 39 not 41
 (tissue adj volume).ti,ab,sh.

SØK II

centralized hospital services/

(regional adj3 (facility or facilities)).ti,ab,sh.

(Surgeon OR physician OR hospital OR surgical OR patient) adj volume.tw

((surgeon or physician) adj variability).ti,ab,sh.

(volume adj outcome).ti,ab,sh.

(selective adj referral).ti,ab,sh.

(Practice adj2 perfect) .ti,ab,sh.

Or/1-7

((centrali#ation or centrali#ed) adj5 (care or service or services or facilities or facility or unit or units or system)).ti, ab, sh.

((regionali#ation or regionali#ed) adj5 (care or service or services or facilities or facility or unit or units or system)).ti, ab, sh.

(regional adj3 (centre or center or centres or centers)).ti,ab,sh.

(regional adj3 (Service OR services OR unit OR units)).ti,ab,sh.

((speciali#ation or speziali#ed) adj5 (care or service or services or facilities or facility or unit or units or system)).ti, ab, sh.

(high adj volume adj5 (care or service or services or facilities or facility or unit or units or system)).ti, ab, sh.

((Decentrali#ation or decentrali#ed) adj5 (care or service or services or facilities or facility or unit or units or system)).ti, ab, sh.

Regional health planning/

Regional medical programs

Or/9-17

(quantity adj2 quality).ti, ab, sh.

exp treatment outcome/

exp quality assurance, health care/

hospital mortality/

mortality/

survival rate/

exp quality of health care/

exp "health status indicators"/

or/19-26

laboratories, hospital/

(blood adj volume).sh.

exp laboratories/

(tissue adj volume).ti,ab,sh

or/28-31

animal/

human/

33 not (33 and 34)

(18 and 27) not 32 or 35 or 8

SØK III

1. ((Surgeon or physician or hospital or surgical or patient) adj (volume or number or level or caseload)).tw.
2. (volume adj3 (outcome or mortality or procedure)).mp. [mp=ti, ab, rw, sh]
3. ((high or low) adj volume).mp. [mp=ti, ab, rw, sh]
4. (practice adj2 perfect).mp. [mp=ti, ab, rw, sh]
5. (Quality adj3 (procedure or volume or number or level or caseload)).mp. [mp=ti, ab, rw, sh]
6. or/1-5
7. mortality/
8. exp Survival Rate/
9. (morbidity or complication?).mp. [mp=ti, ab, rw, sh]
10. TREATMENT OUTCOME/ or exp PREGNANCY OUTCOME/
11. exp FATAL OUTCOME/
12. exp FATAL OUTCOME/ or exp "OUTCOME AND PROCESS ASSESSMENT (HEALTH CARE)"/
13. 7 or 8 or 9 or 10 or 11 or 12
14. 6 and 13
15. lung volume reduction.mp.
16. tumor volume.mp.
17. blood volume.mp.
18. 15 or 16 or 17
19. 14 not 18
20. from 19 keep 1-489
21. from 19 keep 1,4
22. limit 19 to yr=1997-2001

9. Vedlegg 2 Evidenstabeller

Colorectal cancer		Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Author and objectives</p> <p>Sinunovic 2000 (21) Canada</p> <p>Aim: To assess the impact of hospital procedure volume on outcome of rectal cancer surgery</p>	<p>Procedure: Major resection for rectal cancer</p> <p>Design and data source: Retrospective analysis of data from the Ontario Cancer Registry</p> <p>Time period: 1990 incident cases</p> <p>Study population: 124 hospitals, 1072 procedures</p> <p>Outcome measured: In-hospital death (operative mortality), long-term overall survival, 5 years</p>	<p>Hospital annual volume: Low volume: ≤ 11 (86 hospitals, 394 patients) High volume: ≥ 18 (14 hospitals, 343 patients)</p> <p>Adjustment for Case-mix: Age, sex, comorbidity and tumour stage (in 418 resections only) Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: Logistic regression, Proportional hazards models</p>	<p>Results No significant differences in operative mortality rates among volume groups. Long term survival was worse for patients treated in low-volume hospitals: RR 1.2 (1.0-1.5)</p> <p>Comment This study does not clearly support the hypothesis of higher quality with higher volumes</p>	
<p>Hermanek 2000 (13) Germany</p> <p>Aim: To analyse prognostic factors in colon and rectal cancer surgery</p>	<p>Procedure: Resections for colon or rectal cancer for cure treatment</p> <p>Design and data source: Prospective observational study German Study Group for Colo-Rectal Carcinoma (SGCEC) data</p> <p>Time period: 1984-1996</p> <p>Study population: 3 hospitals (more than 100 patients per 28 month), 1539 patients (656 colon cancer, 547 rectum cancer) Surgeons: colon cancer 57, rectum cancer 43</p> <p>Outcome measured: Cancer related 5-year survival</p>	<p>Annual surgeon volume of rectal operations: Low volume: < 10 operations (24 surgeons, 74 patients) Medium volume: 10-14 operations High volume: ≥ 15 operations (14 surgeons, 406 patients)</p> <p>Annual number of colon operations: Low volume: < 10 (33 surgeons, 127 patients) Medium volume: 10-14 High volume: > 15 (17 surgeons, 441 patients)</p> <p>Adjustment for Case-mix: Adjusted for relevant prognostic factors (not specified) Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: Kaplan-Meier analyses, multivariate proportional hazard models</p>	<p>Results Significant differences were found in prognosis between departments, but actual volumes for rectal carcinoma surgery were not stated.</p> <p>For colon cancer worse survival was found for surgeons with less than 10 annual operations (RR=2.75 CI 1.62-4.67)</p> <p>Comments This study did not add any evidence for discussing the relationship between hospital volume and quality</p>	

Colorectal cancer			
Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Schrag 2000 (14) US</p> <p>Aim: To determine whether hospital procedure volume predicts survival following colon cancer surgery</p>	<p>Diagnosis: adenocarcinoma of the colon</p> <p>Design and data source: retrospective cohort study of data from the SEER program (Surveillance, Epidemiology, and End-Results) linked to the Medicare database</p> <p>Time period: 1991-1996</p> <p>Study population: A total of 47 495 Medicare-eligible patients of whom 27 986 were analysed after exclusions due to other histology than adenocarcinomas, lacking information, in situ cancer, or enrolled in a health maintenance organisation</p> <p>Outcome measured: 30-day postoperative mortality, overall survival, and colon-specific survival</p>	<p>Hospital annual volume over 6 years: Low volume: 1-57 Medium: 58-112 High-medium: 113-165 High volume: 166-383</p> <p>Adjustment for Case-mix: clinical stage, sex, age, race, comorbidity (Romano-Charlson), emergency Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: Mantel-Haenzel for trend, multiple logistic regression, Cox proportional hazards method.</p>	<p>Results; 30-day mortality was 3.5% in high volume hospitals compared to 5.5% in low volume (p for trend < 0.001) Relative risk for overall survival was 1.16% for low versus high volume hospitals after adjustments (95% CI: 1.11-1.21). Long-term survival was significantly associated with Stage II and III.</p> <p>This study does support the hypothesis that increased volume improves quality, although the absolute magnitude of these differences are modest in comparison with the variation observed for higher-risk cancer surgeries.</p>
<p>Parry 1999 (10) England</p> <p>AIM: To examine influence of both hospital and surgical workload on survival of colorectal cancer</p>	<p>Diagnosis: Colorectal cancer</p> <p>Design and data source: Retrospective analysis, review of patients hospital case notes North Western Regional Cancer Register</p> <p>Time period: January 1993-June 1993</p> <p>Study population: 39 hospitals, 112 surgeons and 927 patients (colon 548, rectum 379)</p> <p>Outcome measured: Three-year survival</p>	<p>Surgeon annual volume: Low volume: 1-6 High volume: > 19</p> <p>Hospital annual volume: Low volume: 1-30 High volume: > 56</p> <p>Adjustment for Case-mix: Age, sex, histology, stage, differentiation, mode of admission, operative procedure, use of radiotherapy and chemotherapy Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: Cox-regression analysis</p>	<p>Results After adjustment neither operator, grade (consultants versus junior) nor consultant workload or hospital throughput were independently influencing survival The analysis does not divide between colon and rectal cancer.</p> <p>This study does not support the hypothesis that increased volume improves quality</p>

Colorectal cancer		Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Author and objectives</p> <p>Kee 1999 (11) Ireland</p> <p>Aim: To determine whether clinician or hospital caseload affects mortality from colorectal cancer</p>	<p>Diagnosis: Colorectal cancer</p> <p>Design and data source: Prospective cohort study The Northern Ireland Colorectal cancer Register</p> <p>Time period: 1990-1994</p> <p>Study population: 19 hospitals and 71 surgeons. All Colorectal cancer cases (n=3217, 82 excluded)</p> <p>Outcome measured: Two-years survival (fixed) Maximal 6 years survival</p>	<p>Surgeon annual volume: Low volume: > 9.7 operations High volume: 7.25 operations</p> <p>Hospital annual volume: Low volume: > 23 cases High volume: 7.55 cases</p> <p>Adjustment for Case-mix: Disease stage, differentiation, liver metastasis, type of intervention, curative or palliative treatment. Not adjusted for death due to other diseases, Case-mix score = II</p> <p>Statistical methods: Logistic regression and Cox proportional hazard models</p>	<p>Results Surgeons caseload had no effect on two year mortality</p> <p>Hospital workload showed survival best in low-volume hospital</p> <p>Comments This study does not support the hypothesis that increased volume improves quality, in fact it showed a negative relationship</p>	
<p>Blomquist (19) 1999 Sweden</p> <p>Aim: To compare survival after rectal cancer between hospital catchment areas</p>	<p>Diagnosis: rectal cancer</p> <p>Design and data source: Retrospective analysis of national cancer register data</p> <p>Time period: January 1973 to December 1992</p> <p>Study population: 100 hospitals, all patients (30811 with rectal cancer in Sweden)</p> <p>Outcome measured: Survival during the period January 1973 to December 1992</p>	<p>Hospital categories: Small local hospitals (n = 48) Large local hospitals (n = 19) County hospitals (n = 23) Regional hospitals (n = 10)</p> <p>Age, sex, diagnostic period, catchment area, region.</p> <p>Adjustment for Case-mix: Age, sex, diagnostic period, catchment area, region Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: Analysis of relative survival (adjustment for death from other disease) GLM-additive generalised linear model</p>	<p>Results One year survival in large regional hospitals was 76% versus 72% in small local hospitals This study does support the hypothesis that increased volume improves quality, but the demonstrated effect is small</p> <p>Comments The strict geographical catchment area health system in Sweden insures relatively comparable groups even without adjustment for stage and comorbidity</p>	

Colorectal cancer			
Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Harmon 1999 (12) Maryland, US</p> <p>Aim: To examine the association of surgeon and hospital case volumes with short-term outcomes of in-hospital deaths for resection of colorectal carcinoma</p>	<p>Diagnosis and procedure: Resection of colorectal carcinoma</p> <p>Design and data source: Retrospective analysis of data from Maryland's Health Services Cost Review Commission</p> <p>Time period: 1992-1996</p> <p>Study population: 50 hospitals, 812 surgeons, 9739 procedures</p> <p>Outcome measured: In-hospital mortality</p>	<p>Surgeon annual volume: Low volume: > 5 procedures (mean 1.8) High volume: 710 procedures (mean 14.0) 46% of all surgeons performed only one or less operations per year</p> <p>Hospital annual volume: Low volume: > 40 procedures High volume: 7 70 procedures</p> <p>Adjustment for Case-mix: Age, race, gender, payment, stage, type of the dissection, comorbidity (Charlson index), mode of admission Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: Linear and Poisson regression</p>	<p>Results High and medium high surgeon volume was associated with significant improvement for in-hospital death. Medium volume surgeons (5-9 operations/year) had similar results as high volume surgeons in medium and high volume hospitals</p> <p>The result of low-volume surgeons improved with increasing hospital volume, but never equalled those of the high volume surgeons Urgent admission was the most powerful predictor of increased mortality</p> <p>Comments This study seems to support the hypothesis that increased hospital volume improves quality (survival), but the analyses was unfortunately not run separate for colon and rectum cancer</p>
<p>Porter 1998 (23) Canada</p> <p>Aim: To determine whether frequency of rectal cancer resection by the surgeon is an independent prognostic factor of local recurrence and survival</p>	<p>Diagnosis and procedure: Low anterior resection or abdominal perineal resection of rectal cancer</p> <p>Design and data source: Retrospective analysis of reviewed hospital charts, provincial cancer register data and primary care physicians notes</p> <p>Time period: 1983-1990</p> <p>Study population: 5 hospitals, 52 surgeons and 638 procedures</p> <p>Outcome measured: Local recurrence, five-year disease specific survival</p>	<p>Surgeon annual volume: Low volume: < 3 procedures High volume: 7 3 procedures</p> <p>Adjustment for Case-mix: Demographic variables, preoperative and intraoperative conditions, pathology, adjuvant therapy Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: Cox proportional hazards analyses</p>	<p>Results Local recurrence was increased among low-volume surgeons compared to high volume surgeons (RR= 1.8) and similar for disease specific survival (RR=1.4) This study does support the hypothesis that increased surgeon volume (>3 operations/year) improves quality (reduced local recurrence rate and increased survival rate).</p>

Colorectal cancer		Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
Blomqvist 1997 (15) Sweden Aim: To analyse temporal trends in survival among patients with colon cancer in catchment areas with hospitals of different categories	Diagnosis: colon cancer Design and data source: Retrospective analysis of national cancer register data Time period: 1973-1990 Study population: 100 hospitals, all patients (41700) with colon cancer in Sweden Outcome measured: Survival 30 and 60 days and 1 to 5 years	Diagnosis and procedure: Rectal cancer, surgery with or without radiation therapy Design and data source: Clinical trial reanalysed retrospectively Time period: 1980-May 1993 Study population: 14 hospitals, 149 surgeons, 1339 procedures Outcome measured: Postoperative mortality, surgical complications, survival (until 1995), local recurrence rate among those operated for curative treatment	Hospital categories: Small local hospitals (n = 48) Large local hospitals (n = 19) County hospitals (n = 23) Regional hospitals (n = 10) Adjustment for Case-mix: Age, sex, diagnostic period, catchment area, region. Case-mix score = III Statistical methods: Analysis of relative survival (adjustment for death from other disease) GLM-additive generalised linear model	Results A convergence was seen over time between different catchment area categories with local areas climbing toward regional areas. Still a minor difference existed between regional and small local hospitals in 5 years survival (2%) Comments This study does only weakly support the hypothesis that increased volume improves quality
Holm 1997 (20) Sweden Aim: To assess the impact of the treating hospital and surgeon on outcome after rectal cancer surgery	Diagnosis and procedure: Rectal cancer, surgery with or without radiation therapy Design and data source: Clinical trial reanalysed retrospectively Time period: 1980-May 1993 Study population: 14 hospitals, 149 surgeons, 1339 procedures Outcome measured: Postoperative mortality, surgical complications, survival (until 1995), local recurrence rate among those operated for curative treatment	Hospital annual volume: Low volume: > 5 High volume: 710 Surgeon annual volume: Low volume: > 3 High volume: 7 3 Adjustment for Case-mix: Sex, age, Dukes stage radiotherapy treatment Case-mix score = II Statistical methods: Cox proportional hazards model	Results University hospitals showed lower risk for local recurrence RR=0.7 (0.5-0.9) and for mortality RR=0.8 (0.7-1.0) than local hospitals No significant difference according to caseload or number of surgeons operations Comments Significant heterogeneity was observed for all three endpoints for surgeons with more than 25 rectal cancer operations each This study does support the hypothesis that increased hospital volume improves quality (survival), but some local hospitals were as good as university hospitals. It showed that university hospitals had better quality according to volume than small local hospitals	

Colorectal cancer			
Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Simons 1997 (22) LA, US</p> <p>Aim: To determine differences in survival based on hospital type and surgical caseload of cancer recti</p>	<p>Procedure: Sphincter sparing procedures (SSP) or abdominal perineal resection</p> <p>Design and data source: Retrospective analysis of registered data from the University of Southern California Cancer Surveillance Program (part of SEER program)</p> <p>Time period: 1988-1992</p> <p>Study population: 125 hospitals, 2006 procedures</p> <p>Outcome measured: Survival until January 1995</p>	<p>Hospital annual volume: Low volume: > 5 High volume: 7-5</p> <p>Adjustment for Case-mix: Age, gender, date of surgery, type of surgery, stage, hospital type Case-mix score = II</p> <p>Statistical methods: Kaplan-Meier analysis</p>	<p>Results Hospitals with higher caseload performed SSP more often (69 versus 63%)</p> <p>Better survival in hospitals with higher caseloads (69 versus 51% for patients with localised disease and 41 versus 31% for patients with regional disease)</p> <p>This study seems to support the hypothesis that increased hospital volume improves quality (survival), but the lack of multivariate analysis weakened the conclusion.</p>
<p>Gordon 1999 (16) US</p> <p>Aim: To study the relation between provider volumes and clinical and economical outcomes from complex gastrointestinal procedures</p>	<p>Procedure: Total abdominal colectomi (ICD-9 code 45.8)</p> <p>Design and data source: Retrospective cohort study of Maryland Health Service Cost Review Commission Database</p> <p>Time-period: July, 1989 - June 1997</p> <p>Study population: 52 non-federal hospitals (52), 1015 patients (80.9% with benign and 19.1% with malignant diagnosis)</p> <p>Outcome measured: In-hospital mortality and length of stay</p>	<p>Hospital annual volume: Minimal volume: <11 (n=39) Low volume: 11-20 (n=7) Medium volume 21-50 (n=4), High volume: > 200 (n=1)</p> <p>Volume defined in design, prior analyses; from data: no hospitals in categories 51-200; analyses on remaining 4 categories)</p> <p>Case-mix adjustment: Age, admission status, payment source, Co-morbidity (Charlsons index) Case-mix score = II</p> <p>Statistical methods: Poisson modelling</p>	<p>Results No significant association between hospital volume and mortality from total abdominal colectomi</p> <p>Comments John Hopkins is compared with all other hospitals in Maryland (1:51). Low volume hospitals had higher comorbidity score and more emergency admissions. High volume hospitals had younger patients and more often Caucasian</p>

Colorectal cancer

Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Junginger 1998 (18) Germany</p> <p>Aim: A report on a program for internal quality control</p>	<p>Procedure: Colon resection, Gastrectomy Duodenopancreaticotomy</p> <p>Design and data source: Prospective cohort study</p> <p>Time period: 1993-1997</p> <p>Study population: 1 hospital Colon resection: 5 surgeons, 407 procedures Gastrectomy: 4 surgeons, 170 procedures Duodenopancreaticotomy: 4 surgeons, 83 procedures</p> <p>In-hospital mortality, frequency of in-hospital complications</p>	<p>Volume measures: not defined</p> <p>Adjustment for Case-mix: Case-mix adjustment=1</p> <p>Statistical methods: not described</p>	<p>Results Trends toward lower complication rates and mortality rates among more experienced surgeons, but no statistically significant differences</p> <p>Comment No conclusions can be drawn from this study</p>
<p>Bennett 1997 (17) US</p> <p>Aim: The learning curve for laparoscopic colorectal surgery</p>	<p>Procedure: laparoscopic colectomi</p> <p>Design and data source: Prospective cohort study of a US laparoscopic bowel surgery registry</p> <p>Time-period: 1991- 1994</p> <p>Study population: 114 surgeons 1194 laparoscopic colectomies on patients with cancer (42.2 %), polyps (19.0 %) and inflammation (24.3 %) 272 procedures converted to open colectomi</p> <p>Outcome measures: Intraoperative, postoperative and laparoscopy-related complications</p>	<p>Surgeon annual volume categories: Low volume: < 40 (n=6) High volume: > 40 (n= 108)</p> <p>Volume definition based on analysis of data (sensitivity analysis)</p> <p>Adjustment for Case-mix type of disease, difficulty of procedure case-mix score = 1</p> <p>Statistical analysis: Fishers exact test Multivariate logistic regression</p>	<p>Results Significant lower rates of postoperative complication for high volume surgeons (9.9 vs 18.6 %, P<0.001) Non significant trend towards a lower rate of intraoperative complications</p> <p>Comment No conclusions can be drawn from this study</p>

Pancreas cancer			
Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Birkmeyer 1999 (24) US</p> <p>Aim: To study the effect of hospital volume on survival after hospital discharge of pancreaticoduodenectomy</p>	<p>Procedures: ICD-9 code 52.7; Radical pancreaticoduodenectomy</p> <p>Design and data source: Retrospective cohort study of data from Medicare patients (HCFA medpar file) age > 65 years</p> <p>Time-period: Jan 1, 1992 - Dec. 31, 1995</p> <p>Study population: 6381 patients in 1772 hospitals pancreatic cancer: 3541 patients extrahepatic bile duct cancer: 2029 patients benign pancreas disease: 811 patients</p> <p>Exclusions: Prox pancreatectomy, subtotal pancreatectomy, total pancreatectomy</p> <p>outcome measured: In-hospital, 30-days mortality and 3-years survival</p>	<p>Hospital annual volume Very low volume: <1 (n=1203) Low volume: 1-2 (n= 361) Medium volume: 2-5 (n=168) High volume: > 5 (n=40)</p> <p>Adjustment for Case-mix: Age, sex, race, disease severity, Co-morbidity (Charlsons index) Casemix score = III</p> <p>Statistical methods: Cox-regression</p>	<p>Results Hospital volume remains strongly related to survival after hospital discharge for any indication of surgery (cancer/benign conditions)</p> <p><i>Adjusted hazard ratio compared to very low volume hospitals:</i></p> <p>Pancreatic cancer: Low: 0.9 (95% CI: 0.81 - 1.02) Medium: 0.79 (95% CI: 0.70 -0.88) High: 0.70 (95% CI: 0.62 - 0.79)</p> <p>Extrahepatic bile duct cancer: Low: 0.86 (95% CI: 0.72 - 1.03) Medium: 0.92 (95% CI: 0.77 -1.11) High: 0.71 (95% CI: 0.58 - 0.88)</p> <p>Benign conditions: Low: 0.79 (95% CI: 0.52 - 1.21) Medium: 0.73 (95% CI: 0.48 -1.10) High: 0.44 (95% CI: 0.26 - 0.74)</p> <p>The database does not include data on stage of cancer</p>
<p>Birkmeyer 1999 (26) US</p> <p>Aim: Perioperative mortality with pancreaticoduodenectomy across institutions</p>	<p>Procedures: ICD-9 code 52.7; Radical pancreaticoduodenectomy</p> <p>Design and data source: Retrospective cohort study of data from Medicare patients (HCFA medpar file) age > 65 years</p> <p>Time-period: Jan 1, 1992 - Dec. 31, 1995</p> <p>Study population: 6381 patients in 1772 hospitals pancreatic cancer: 3541 patients extrahepatic bile duct cancer: 2029 patients benign pancreas disease: 811 patients</p> <p>Exclusions: Prox pancreatectomy, subtotal pancreatectomy, total pancreatectomy</p> <p>outcome measured: perioperative mortality and 30-days mortality</p>	<p>Hospital annual volume Very low volume: <1 (n=1203) Low volume: 1-2 (n= 361) Medium volume: 2-5 (n=168) High volume: > 5 (n=40)</p> <p>Adjustment for Case-mix: Age, sex, race, disease severity, Co-morbidity (Charlsons index) Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: Cox-regression</p>	<p>Results Low volume hospitals had 3-4 fold higher mortality rate compared with high volume hospitals. In hospital mortality in very low volume hospitals (< 1 procedure/year) was 16.1 % and in high volume hospitals (> 5 procedures/year) was 4.1%</p> <p>Comments The study supports the hypothesis that high volume hospitals have better results than low volume hospitals</p>

Pancreas cancer			
Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, Variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Gordon 1999 (16) US</p> <p>Aim: To study the relation between provider volumes and clinical and economical outcomes from complex gastrointestinal procedures</p>	<p>Procedure: ICD-9 code 52.7: Radical pancreaticoduodenectomy</p> <p>Design and datasource: Retrospective cohort study of the Maryland Health Service Cost Review Commission Database</p> <p>Time-period: July, 1989 - June 1997</p> <p>Study population: 1092 patients in 52 non-federal hospitals in Maryland, 17.3% with benign and 82.7% with malignant diagnosis</p> <p>Outcomes measured: In-hospital mortality</p>	<p>Hospital annual volume: Minimal volume: <11 (n = 39) Low volume: 11-20 (n = 7) Medium volume: 21-50 (n = 4) High volume: > 200 (n = 1)</p> <p>Volume defined in design, prior analyses; from data: no hospitals in categories 51-200</p> <p>Adjustment for Case-mix: Age, admission status, payment source, co-morbidity (Charlson's index) Case-mix score = II</p> <p>Statistical methods: Poisson modelling</p>	<p>Results Hospital experience is highly associated with a marked decrease in in-hospital mortality.</p> <p>These findings were more pronounced for malignant diagnosis than benign conditions</p> <p><i>Adjusted mortality rate compared to the high volume hospital:</i> medium: 6.3 (95% CI: 2.7 – 14.8) Low 10.4 (95% CI: 4.7 – 23.1) Minimal: 12.5 (95% CI: 6.0 -25.8) p< 0.001</p> <p>Comments John Hopkins is compared with all other hospitals in Maryland (1:51). Low volume hospitals had higher comorbidity score and more emergency admissions. High volume hospitals had younger patients and more often Caucasian</p>
<p>Simunovic 1999 (27) Canada</p> <p>Aim: To study the relation between hospital surgical volume and outcome for pancreatic resection for neoplasm in a publicly funded health care system</p>	<p>Diagnosis: ICD-9-CM code 645: total pancreatectomy and code 646: radical pancreaticoduoden-ectomy</p> <p>Design and data source: Retrospective cohort study of discharge data from Ontario state; Canadian Inst. for Health Information</p> <p>Time-period: April 1, 1989 - March 31, 1989 and April 1, 1994 - March 31, 1995</p> <p>Study population: 842 patients, 68 hospitals</p> <p>Outcomes measured: case fatality rate</p>	<p>Hospital annual volume: low volume: <3 (n=56) medium volume: 3-6 (n= 10) high volume: >6 (n=2) (defined from data)</p> <p>42 % of procedures performed in low volume hospitals, 33 % in medium and 25 % in high volume hospitals</p> <p>Confounders: Age, sex, elective admission, hospital affiliation and size, comorbid conditions Case-mix score = II</p> <p>Statistical methods: Logistic and linear regression</p>	<p>Results Case-fatality rate for the low-, medium- and high-volume groups were 11.3%, 12.4% and 3.4%, respectively.</p> <p><i>Odds Ratio for case fatality vs high volume hospitals</i> medium vol 4.5 (95% CI: 1.8 – 11.4) low volume: 5.1 (95% CI: 1.9 - 13.5)</p> <p>Comments high volume hospitals had significant fewer emergency admissions 27.7 % vs 53.6 % and 64.1 % for medium and low volume hospitals respectively</p>

Pancreas cancer			
Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Begg 1998 (29) US</p> <p>Aim: To determine whether hospital volume inversely related to 30 days mortality</p>	<p>Procedure: Pancreatectomy</p> <p>Design and data source: Retrospectively analysis of data from the SEER program (Surveillance and End Results program). Data linked to Medicare for patients >0 65 years</p> <p>Time-period: 1984-1993</p> <p>Study population: 2181 patients</p>	<p>Hospital annual volume: measured and given continuously.</p> <p>Adjustment for Case-mix: Age, comorbidity, cancer stage</p> <p>Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: logistic regression</p>	<p>Results Higher volumes related to better outcome</p> <p>Comments Only procedures were chosen for which experience was thought to be related to outcome.</p> <p>The study supports the hypothesis that for most complex oncological procedures mortality is lower when treatment is given by special experience</p>
<p>Sosa 1998 (25) Maryland US</p> <p>Aim: To determine whether hospital volume is associated with clinical outcome in pancreatic cancer</p>	<p>Procedure: Pancreatic resection, palliative bypass or stent procedure</p> <p>Design and data source: Retrospectively analysis of data from Maryland's Health Services Cost Review Commission</p> <p>Time period: 1990-1995</p> <p>Study population: 48 hospitals, surgeons number unknown, 1236 procedures</p> <p>Outcome measured: In-hospital mortality</p>	<p>Hospital annual volume: Low volume: > 5 procedures High volume: 7-20 procedures</p> <p>Surgeon annual volume: Low volume: <5 cases in total High volume: 7-20 cases in total</p> <p>Adjustment for Case-mix: Age, gender, race, urgency of admission, comorbidity (Charlson index), surgeon volume, payer, residence, year of admission</p> <p>Case-mix score = II (not adjusted for disease stage)</p> <p>Statistical methods: Multiple linear and Poisson regression analyses</p>	<p>Results Adjusted relative risks for low and medium volume versus high volume hospitals were: For in-hospital mortality; resection RR=19.3 (5.5-68.1) and 8.0 (1.9-34.0); bypass RR=2.7 (1.1-6.6) and 1.9 (0.7-5.0) and stents RR=4.3 (0.5-35.3) and 4.8 (0.6-42.3)</p> <p>No effect of surgeon volume was observed</p> <p>This study does support the hypothesis that increased volume improves quality, but the observed differences showed very wide confidence intervals</p> <p>Comments More than half of the surgeons performed just one procedure during the six-year study period</p>
<p>Glasgow 1996 (28) California US</p> <p>Aim: To determine the relation between hospital volume and outcome in pancreatic resection for pancreatic cancer</p>	<p>Procedure: Pancreatic resection</p> <p>Design and data source: Retrospective review of hospital discharge abstracts from California Office of Statewide Health Planning and Development</p> <p>Time period: 1990-1994</p> <p>Study population: 298 hospitals, 1910 patients (after exclusion 1705 in the analyses)</p> <p>Outcome measured: In-hospital mortality</p>	<p>Hospital 5 year volume: Low volume: 1-5 procedures High volume: >50 procedures</p> <p>Adjustment for Case-mix: Age, gender, admission type, payer, comorbidity (method not specified), patients diagnoses and procedure</p> <p>Case-mix score= III</p> <p>Statistical methods: Indirectly standardised mortality rates and logistic regression</p>	<p>Results High volume providers had decreased operative mortality when compared to low-volume providers (3.5 versus 14.1%) and lower complication associated mortality</p> <p>This study does support the hypothesis that increased volume improves quality, but confidence intervals not given.</p> <p>Comments 88% of the hospitals treated fewer than 2 patients/year</p>

Pancreas cancer			
Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Imperato 1996 (30) US New York</p> <p>Aim: To study the effects of regionalization on clinical outcomes for a the Whipple procedure in New York State</p>	<p>Procedures: ICD-9 code 52.7: Radical pancreaticoduodenectomy</p> <p>Design and data source: Retrospective cohort study of medicare patients in New York</p> <p>Time-period: 1991-94</p> <p>Study population: 579 patients from 117 hospitals</p> <p>Outcomes measured: In-hospital mortality rate and length of stay</p>	<p>Hospital annual volume: Low volume: < 25 (n= 115) High volume: > 25 (n=2) defined by the authors</p> <p>Adjustment for Case-mix: Age, sex, race, Year and source of admission, comorbidities Case-mix score = II</p> <p>Statistical methods: Logistic regression</p>	<p>Results In-house mortality is more than five times higher among patients at the non-regional hospitals than patients at the two regional hospitals (low/high volume) and length of stay for all discharges was 10.5 days shorter for the two regional hospitals than for the other 115 hospitals</p> <p>Relative risk 5.4 for low volume providers</p> <p>Comments Referral bias due to different admission practices between regional (2 New York hospitals) and the remaining non-regional hospitals (115)</p> <p>Physician-referral versus emergency referral (non-regional hospitals)</p>

Breast cancer		Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Roohan 1998 (31) New York, US</p> <p>Aim: To determine the effect of hospital volume on long-term survival for women with breast cancer</p>	<p>Procedure: Breast cancer treatment analysis of the New York state discharge database</p> <p>Design and data source: Retrospective</p> <p>Time period: 1984-1989</p> <p>Study population: 266 hospitals, 66615 patients and after exclusions 47,890 procedures</p> <p>Outcome measured: All cause mortality</p>	<p>Hospital annual volume: Very low volume: <11 High volume: >150</p> <p>Adjustment for Case-mix: Age, socio-economic status, comorbidity, travel distance from hospital</p> <p>Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: Cox proportional hazard model</p>	<p>Results At 5 years patients from very-low volume hospitals had a 60% higher risk of all cause mortality compared to high volume hospital. For low volume RR=1.30, for moderate volume RR=1.19</p> <p>Comments This study supports the hypothesis that increased volume improved the survival. Very low hospitals covered only 958 of 47890 patients. No information on post-operative treatment</p>	
<p>Tasmuth 1999 (32) Finland</p> <p>Aim: To find out whether women operated in high volume surgical units had less chronic symptoms than those operated in smaller volume units</p>	<p>Procedure: Breast cancer treatment including those with adjuvant treatment</p> <p>Design and data source: Hospital in-patient register consecutively at the Oncological department at Helsinki University Central Hospital</p> <p>Time period: January-June 1996</p> <p>Study population: 7 hospitals, 265 patients</p> <p>Outcome measured: Questionnaire-based study (response rate=83%); Symptoms including pain, paraesthesia, sensations, oedema, muscle weakness or phantom sensations in the removed breast, daily life, anxiety and depression</p>	<p>Hospital annual volume: High volume: > 100 (1 hospital, 129 patients) Low volume: < 61 (6 hospitals, 92 patients)</p> <p>Adjustment for Case-mix: Stage of disease, type of surgery, surgical complications, post-operative oncological treatment.</p> <p>Case-mix score = II</p> <p>Statistical methods: Logistic regression analysis</p>	<p>Results Chronic symptoms were less common in high the volume hospital than in smaller district hospitals; chronic pain (56 vs. 43, p <0.05), strange sensations (45 vs. 26%, p<0.01), phantom sensations (66% vs. 26, p<0.001)</p> <p>Comments This study support the hypothesis that increased volume improved the post-treatment symptoms among women operated in larger departments. The study population is selected from an unknown source population.</p>	

Liver cancer

Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Glasgow 1999 (33) California US</p> <p>Aim: Evaluate the relationship between hospital volume and outcomes for hepatectomy</p>	<p>Procedure and diagnosis: Hepatectomy for hepatocellular carcinoma</p> <p>Design and data source: Retrospective cohort, discharge data</p> <p>Time period: 1990-94</p> <p>Study population: 138 hospitals, 507 patients</p> <p>Outcome measured: operative mortality, length of stay</p>	<p>Hospital 5 year volume: Low volume: 1-2 procedures High volume: >16 procedures</p> <p>Adjustment for Case-mix: Age, sex, year of surgery, source of admission, type of resection, comorbidity Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: Logistic regression analysis</p>	<p>Results Significant reduced risk-adjusted operative mortality with rates of 22.7% vs. 9.5 as hospital volume increased</p> <p>This study support the hypothesis that increased volume improves outcome</p>
<p>Gordon 1999 (16) US</p> <p>Aim: To study the relation between provider volumes and clinical and economical outcomes from complex gastrointestinal procedures</p>	<p>Procedure: ICD-9 code 45.8: hepatic lobectomy</p> <p>Design and data source: Retrospective cohort study of Maryland Health Service Cost Review Commission Database</p> <p>Time-period: July, 1989 - June 1997</p> <p>Study population: all non-federal hospitals (52), 293 patients (21.5% with benign and 78.5% with malignant diagnosis)</p> <p>Outcome measured: In-hospital mortality and length of stay</p>	<p>Hospital annual volume: Minimal volume: <11 (n= 39) Low volume: 11-20 (n=7) Medium volume 21-50 (n=4), High volume: > 200 (n =1)</p> <p>Volume defined in design, prior analyses; from data: no hospitals in categories 51-200; analyses on remaining 4 categories)</p> <p>Adjustment for Case-mix: Age, admission status, payment source, Co-morbidity (Charlsons index) Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: Poisson modelling</p>	<p>Results Adjusted mortality rates was significant higher in low and minimal volume hospitals compared to the high volume hospital.</p> <p>Adjusted mortality rate compared to the high volume hospital: Medium: 1.5 (95% CI: 0.5 – 4.9) Low 3.8 (95% CI: 1.2 – 12.4)* Minimal: 4.7 (95% CI: 1.6 -13.7)* * p<0.01</p> <p>Comments John Hopkins is compared with all other hospitals in Maryland (1:51) Low volume hospitals had higher comorbidity score and more emergency admissions. High volume hospitals had younger patients and more often Caucasian</p>

Liver cancer			
Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Choti 1998 (34) Maryland, US</p> <p>Aim: To determine whether mortality of hepatic resection are related to surgical volume</p>	<p>Procedure and diagnosis: Hepatectomy (minor and major resections, lobectomy and resections for metastatic disease). Diagnosis: primary liver cancer, metastatic cancer, trauma, benign neoplasms and infections</p> <p>Design and data source: Retrospective analysis of Maryland Health Services Cost Review Commission administrative database</p> <p>Time period: January 1990 – June 1996</p> <p>Study population: 52 acute care hospitals, 606 resections</p> <p>Outcome measured: In-hospital mortality</p>	<p>Hospital annual volume: Low volume: < 7 operations (33 hospitals, 209 patients) Medium volume: 7-15 operations (2 hospitals, 133 patients) High volume: > 15 operations (1 hospital, 264 patients)</p> <p>Adjustment for Case-mix: Dataset analysed for demographics, comorbidity (Dartmouth – Manitoba adaptation of Charlson comorbidity index) and diagnoses (reasons for operation). Information about type of primary liver malignancy not available Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: Chi-square statistics for dichotomous and categorical variables, Student t-test for continuous variables. Log transformation when skewed distribution and multiple linear regression to assess relationship between hospital and volume</p>	<p>Results Hepatic resections can be performed more safely at high-volume referral centres. Mortality was lower at high volume centres for both major and minor resections as well as for resections for metastatic disease.</p> <p>Comments The study support the hypothesis of lower mortality in hospitals with higher volume, but all operations in high volume hospital performed in one institution with 40.6 resections per year compared to 1.5 resections per year in the low volume hospitals Analyses showed more whites in high volume hospitals and a higher number of comorbidities in patients undergoing resections for primary liver cancer at low-volume providers. The relation between high volume and low mortality may be biased by selective referral despite case-mixed adjustment</p>
<p>Begg 1998 (29) US</p> <p>Aim: To determine whether hospital volume was inversely related to 30 days mortality</p>	<p>Procedure: Hepatectomy</p> <p>Design and data source: Retrospectively analysis of data from the SEER program (Surveillance and End Results program). Data linked to Medicare for patients >0 65 years</p> <p>Time-period: 1984-1993</p> <p>Study population: 2322 patients</p> <p>Outcome measured: 30 days mortality</p>	<p>Hospital annual volume: measured and given continuously. Adjustment for Case-mix: Age, comorbidity, cancer stage Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: logistic regression</p>	<p>Results Higher volumes related to better outcome</p> <p>Comments Only procedures were chosen for which experience was thought to be related to outcome.</p> <p>The study supports the hypothesis that for most complex oncological procedures mortality is lower when treatment is given by special experience</p>

Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Stiller 1999 (41) England and Wales</p> <p>Aim: Survival for adolescence and young adults with acute leukaemia depending on category of hospital</p>	<p>Diagnosis: Acute leukaemia</p> <p>Design and data source: Retrospective analysis of patients participating in clinical trials. Specialist leukaemia registries in regions of England and Wales</p> <p>Time period: 1984-1988 and 1989-1994</p> <p>Study population: 879 patients treated in teaching and non-teaching hospitals number not given</p> <p>Outcome measured: Five years survival</p>	<p>Hospital annual volume: Low volume: < 1 procedure High volume: 1-5 procedures</p> <p>Adjustment for Case-mix: Sex, age, year of diagnosis, MRC trial, type of hospital, hospital volume Case-mix score = II</p> <p>Statistical methods: log-rank tests</p>	<p>Results Survival was similar at teaching and non teaching hospitals and at hospitals treating different number of patients per year.</p> <p>No evidence that centralised treatment results in a survival benefit.</p>
<p>Oivonen 1999 (42) Finland</p> <p>Aim: To analyse the influence of the hospital size on response rate and survival in multiple myeloma</p>	<p>Diagnosis: Multiple myeloma</p> <p>Design and data source: Retrospectively analysis of patients participating in 4 nation-wide clinical trials (Finnish Leukemia group)</p> <p>Time period: 1979-85</p> <p>Study population: 21 hospitals, 432 patients</p> <p>Outcome measured: Recurrence and survival</p>	<p>Hospital annual volume: Low volume: < 2 procedures High volume: > 4 procedures</p> <p>Adjustment for Case-mix: Age, sex, Life-table analysis Case-mix score = II</p> <p>Statistical methods: Kaplan Meier, varians analyse, t -test</p>	<p>Results No differences in response rate to primary chemotherapy, progression free survival time, response rate after first relapse and overall survival time</p> <p>Comments This study supported decentralisation of conventional chemotherapy of multiple myeloma within the framework of properly organised clinical trials</p>

Prostate cancer			
Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Ellison 2000 (35) US</p> <p>Aim: To assess whether patient outcome is associated with the annual number of radical prostatectomies</p>	<p>Diagnosis and procedure: Prostate cancer, radical prostatectomy</p> <p>Design and data source: Retrospective study of nationwide Inpatients Sample (administrative database)</p> <p>Time period: 1989 – 1995</p> <p>Study population: 1334 hospitals and 66 693</p> <p>Outcome measured: In-hospital mortality</p>	<p>Hospital average annual volume: Low volume: < 25 procedures (n=1012) High volume: > 54 procedures (n=100)</p> <p>Adjustment for Case-mix: Age, comorbidity status (Charlson index) Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: Multiple logistic regression</p>	<p>Results Increased odds ratios of in-hospital mortality in low (1.8 (CI 1.2 – 2.7)) and medium (1.7 (CI 1.2 – 2.6)) volume hospitals compared to high volume hospitals</p> <p>Comments This study support the hypothesis of lower mortality in hospitals with higher volumes, but the differences are very small since overall mortality was only 0.25%. Therefore, the authors concluded that size regionalization of this procedure does not appear justified</p>
<p>Yao 1999 (36) US</p> <p>Aim: To examine the effect of hospital volume and changes in hospital volume on patients outcomes after prostatectomy</p>	<p>Diagnosis and procedure: Prostate cancer, radical prostatectomy</p> <p>Design and data source: Retrospective cohort study Cross sectional study Medicare (administrative database)</p> <p>Time period: 1991-1994</p> <p>Study population: 2849 hospitals, 101 604 procedures</p> <p>Outcome measured: Risk of surgical complications, 30-day mortality, readmission within 30 days</p>	<p>Hospital 4 year volume: Low volume: ≤ 38 procedures Medium-low volume: 39-74 procedures Medium-high volume: 75-140 procedures High volume: ≥ 141 procedures</p> <p>Adjustment for Case-mix: Adjustment for Case-mix: Age, race, comorbidity Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: Logistic and linear regression, ANOVA</p>	<p>Results Compared with high-volume hospitals, all the other groups had significantly higher RR of serious complications (43%; CI 37%-48%), (25%; CI 19%-31%), (9%; CI 3%-15%), re-admissions (30%; CI 21%-39%), (16%; CI 7%-25%), (8%; CI 1%-17%) and mortality (51%; CI 25%-77%), (43%; CI 17%-69%), (42%; CI 16%-48%). Changes in hospital volumes over time were not significantly associated with changes in rates of complications, readmissions or deaths.</p> <p>Comments This study support the hypothesis of higher quality with increasing hospital volume Increased hospital volumes over time did not, however, improve quality</p>
<p>Ansari 1999 (37) Australia</p> <p>Aim: To compare in-hospital mortality rates after prostatectomy</p>	<p>Diagnoses and procedure: Malignant or benign prostate disease, proportions not specified. Elective prostatectomy (transurethral and open) (proportions not specified)</p> <p>Design and data source: Retrospective study of Virginia Inpatient Minimum Database (administrative database)</p> <p>Time-period: 1987/88 - 1994/95</p> <p>Study population: 36 hospitals, 14190 patients</p> <p>Outcome measured: In-hospital mortality</p>	<p>Volume measures: Continuous measures of volumes, volume categories not specified</p> <p>Case-mix adjustment: Patient age, measures for severity of illness (comorbidity) and hospital characteristics Case-mix score = II</p> <p>Statistical methods: Logistic regression, adjusted OR and ROC</p>	<p>Results No significant variation in mortality between hospitals</p> <p>Authors conclusion: Differences in crude mortality rates were caused by confounders (case mix) and not by differences in quality</p>

Oesophageal cancer

Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Swisher 2000 (38) US</p> <p>Aim: To evaluate the effect of operative volume on morbidity and mortality after oesophagectomy for cancer</p>	<p>Diagnosis and procedure: Oesophageal cancer, oesophagectomies (n=340)</p> <p>Design and data source: Retrospective analysis of data from the Health Care Utilisation Project (administrative database)</p> <p>Time period: 1994 – 1996</p> <p>Study population: 25 hospitals in different parts of US In-hospital mortality</p> <p>Outcome measured: Complications of care (not specified)</p>	<p>Hospital annual oesophageal volume: Low volume: <5 operations (20 hospitals, 74 patients) High volume: ≥5 operations (5 hospitals, 266 patients)</p> <p>Hospital total annual operative volumes: Low volume: <3333 High volume: ≥3333</p> <p>Adjustment for Case-mix: Age, sex, admission type, disease severity, comorbidities Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: Chi square analysis, t-tests and logistic regression</p>	<p>Results Significantly (p=0.004) reduced mortality in hospitals with high volumes (3.0% (CL 0.1-5.1%) compared to those with low volumes (12.2% (CL 4.5-19.8%))</p> <p>Non-significant trend towards decreased complications of care in high volume hospitals (55%) versus low volume hospitals (68%) No significant association between total annual operative volumes and mortality</p> <p>Comments This study support the hypothesis of lower mortality in hospitals with higher volumes</p> <p>The range of mortality rates were much higher in hospitals with low-volumes than in high-volume hospitals</p>
<p>Patti 1998 (39) US</p> <p>Aim: To evaluate the relationship between a hospital's annual rate of oesophagectomy for oesophageal cancer and the clinical outcome</p>	<p>Diagnosis and procedure: Oesophageal cancer, oesophagectomy (n=1561)</p> <p>Design and data source: Retrospective analysis of data from the Office of Statewide Health Planning and Development, California</p> <p>Time period: 1990-94</p> <p>Study population: 273 hospitals (average 173 hospitals per year)</p> <p>Outcome measured: In-hospital death, major operative complications (haemorrhage and infection)</p>	<p>Hospital five year volume: Low volume: ≤5 (196 hospitals, 453 patients) High volume: >30 (5 hospitals, 273 patients) (3 medium categories)</p> <p>Adjustment for Case-mix: Age, sex, race, payer source, year of admission location of tumour, comorbidity Case-mix score = II</p> <p>Statistical methods: Chi-square tests, ANOVA Logistic regression, Wilcoxon tests</p>	<p>Results The mortality rate was significantly (p<0.0001) increased in low volume hospitals (16% compared to high volume hospitals (4.8%) (CI's not given) No significant relation between hospital volume and rate of complications</p> <p>Comments This study support the hypothesis of lower mortality in hospitals with higher volumes and indicates a threshold of 30 operations / 5 years</p>

Oesophageal cancer			
Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
Gordon 1999 (16) US AIM: To study the relation between provider volumes and clinical and economical outcomes from complex gastrointestinal procedures	Procedure: ICD-9 code 42.40 – 42.42: Excision of oesophagus Design and data source: Retrospective cohort study of the Maryland Health Service Cost Review Commission Database Time-period: July, 1989 - June 1997 Study population: all non-federal hospitals (52), 518 patients (16.4 % with benign and 83.6% with malignant diagnosis) Outcome measured: In-hospital mortality and length of stay	Hospital annual volume: Minimal volume: <11 (n= 39) Low volume: 11-20 (n=7) Medium volume 21-50 (n= 4), High volume: > 200 (n =1) Volume defined in design, prior analyses; from data: no hospitals in categories 51-200; analyses on remaining 4 categories) Adjustment for Case-mix: Age, admission status, payment source, Co-morbidity (Charlson's index) Case-mix score = II Statistical methods: Poisson modelling	Results Adjusted mortality rates was significant higher in low and minimal volume hospitals compared to the high volume hospital. <i>Adjusted mortality rate compared to the high volume hospital:</i> Medium: 2.4 (95% CI: 0.9 – 6.7) Low 4.0 (95% CI: 1.5 – 10.1)* Minimal: 3.8 (95% CI: 1.6 - 9.1)* * p<0.01 Comments John Hopkins is compared with all other hospitals in Maryland (1:51) Low volume hospitals had higher comorbidity score and more emergency admissions High volume hospitals had younger patients and more often Caucasian
Begg 1998 (29) US Aim: To determine whether hospital volume was inversely related to 30 days mortality	Procedure: Oesophagectomi Design and data source: Retrospectively analysis of data from the SEER program (Surveillance and End Results program). Data linked to Medicare for patients >0 65 years Time-period: 1984-1993 Study population: 1580 patients Outcome measured: 30 days mortality	Hospital annual volume: measured and given continuously. Adjustment for Case-mix: Age, comorbidity, cancer stage Case-mix score = III Statistical methods: logistic regression	Results Higher volumes related to better outcome Comments Only procedures were chosen for which experience was thought to be related to outcome. The study supports the hypothesis that for most complex oncological procedures mortality is lower when treatment is given by special experience

Total gastrektomi

Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Gordon 1999 (16) US</p> <p>AIM: To study the relation between provider volumes and clinical and economical outcomes from complex gastrointestinal procedures</p>	<p>Procedure: Total gastrectomy (ICD-9 code 43.91-43.99)</p> <p>Design and data source: Retrospective cohort study of Maryland Health Service Cost Review Commission Database</p> <p>Time-period: July, 1989 - June 1997</p> <p>Study population: 52 non-federal hospitals, 705 patients (11.4% with benign and 88.7% with malignant diagnosis)</p> <p>Outcome measured: In-hospital mortality and length of stay</p>	<p>Hospital annual volume: Minimal volume: <11 (n= 39) Low volume: 11-20 (n=7) Medium volume 21-50 (n= 4), High volume: > 200 (n =1)</p> <p>Volume defined in design, prior analyses; from data: no hospitals in categories 51-200; analyses on remaining 4 categories)</p> <p>Confounders: Age, admission status, payment source, Co-morbidity (Charlsons index)</p> <p>Statistical methods: Poisson modelling</p>	<p>Results No significant association between hospital volume and mortality form total gastrectomy</p> <p>Comments John Hopkins is compared with all other hospitals in Maryland (1:51) Low volume hospitals had higher comorbidity score and more emergency admissions. High volume hospitals had younger patients and more often Caucasian.</p>

Lung cancer			
Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Khuri 1999 (40) US</p> <p>Aim: To examine relation between surgical volume and outcome in 8 commonly performed surgical operations</p>	<p>Procedure: Lobectomy/pneumonectomy</p> <p>Design and data source: Prospective cohort study of National surgery quality improvement program</p> <p>Time-period: 1991-1997</p> <p>Study population: 107 hospitals, 4890 patients</p> <p>Outcome measured: 30-day mortality</p>	<p>Hospital annual volume: Based on grouping of hospitals according to quartiles. Low volume: 0-5 procedures High volume: 14-44 procedures</p> <p>Case-mix adjustment: Age, sex, race, emergency admission, multiple clinical data Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: Logistic regression including mixed effect hierarchical regression</p>	<p>Results No statistically significant association between procedure or speciality volume and 30 days mortality rate or 30 day stroke rate (CEA) were found.</p> <p>No volume cutpoint was detected below which a significant increase in risk-adjusted 30-day mortality was observed.</p> <p>Comments The authors conclude that the quality of surgical care is determined by hospital structure and process which do not include the volume of surgery</p>
<p>Begg 1998 (29) US</p> <p>Aim: To determine whether hospital volume was inversely related to 30 days mortality</p>	<p>Procedure: Pelvic exenteration (N=2753) and Pulmonectomy (N=3380)</p> <p>Design and data source: Retrospectively analysis of data from the SEER program (Surveillance and End Results program). Data linked to Medicare for patients >0 65 years</p> <p>Time-period: 1984-1993</p> <p>Outcome measured: 30 days mortality</p>	<p>Hospital annual volume: measured and given continuously.</p> <p>Adjustment for Case-mix: Age, comorbidity, cancer stage Case-mix score= III</p> <p>Statistical methods: logistic regression</p>	<p>Results Higher volumes related to better outcome for Pelvic exenteration. No effect of volume for Pulmonectomy</p> <p>Comments Only procedures were chosen for which experience was thought to be related to outcome.</p> <p>The study supports the hypothesis that for most complex oncological procedures mortality is lower when treatment is given by special experience</p>

Hip arthroplasty

Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Khuri 1999 (40) US</p> <p>Aim: To examine (in the Veterans Health Administration) the relation between surgical volume and outcome in eight commonly performed operations of intermediate complexity</p>	<p>Procedure: Total hip arthroplasty</p> <p>Design and data source: Prospective study based on data from Veterans Health Administration Database, the National Surgical Quality Improvement Program (NSQIP).</p> <p>Time period: 1991-1997</p> <p>Study population: 101 hospitals and 8241 cases.</p> <p>Outcome measured: Risk adjusted 30 day mortality</p>	<p>Hospital mean annual volumes: Classified in quartiles; Low: 0-10 Intermediate I: 11-16, Intermediate II: 17-22 High: 23-55</p> <p>Mean annual procedure volume per hospital :16.1 (9.1). Mean annual speciality volume per hospital: 154.1 (79.9)</p> <p>Adjustment for Case-mix: age/sex, preoperative patient risk factors, ASA class etc. case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: Pearson correlation, mixed effects hierarchical logistic regression, analysis of variance, automatic interaction detection analysis</p>	<p>Results No statistically significant association between procedure or speciality volume and 30-day mortality rate was found. Observed /Expected mortality ratio in low volume hospital 0.80 ± 2.9 vs 1.43 ± 1.2 in highest volume hospital, p=0.52. No volume threshold below, which the risk-adjusted mortality rates, was significantly increased.</p>
<p>Espehaug 1999 (43) Norway</p> <p>Aim: To investigate possible association between total hip replacements (THR)s survival, type of hospital and annual number of THR performed per hospital</p>	<p>Procedure and diagnosis: Total hip primary replacement, cemented and uncemented. Osteoarthritis, rheumatoid arthritis, sequelae fractures, sequelae dysplasia without dislocation and others.</p> <p>Design and data source: Prospective study of the Norwegian Arthroplasty Register – a specific clinical database.</p> <p>Time period: 1988-1996</p> <p>Study population: 70 hospitals and 39 505 operations out of 42 413 registered during the study period. Exclusions: 2908 patients, 2 private clinics with short follow-up and small number of operations, incomplete data and THR with hybrid cement.</p> <p>Outcome measured: 6.5 year revision rate</p>	<p>Annual operations for cemented THR: High volume: > 213 (n = 3241) Low volume: ≤35 (n = 3360)</p> <p>Annual operations for uncemented THR: High volume: > 84 (n = 526) Low volume: ≤10 (n = 606)</p> <p>Cut-point based on analysis of data, percentiles</p> <p>Adjustment for Case-mix: age, sex, disease category (diagnosis) and surgical procedure / type of prosthesis, use of antibiotics (severity). Case-mix score= II</p> <p>Statistical methods: Kaplan Meier survival analysis and Cox regression, Generalised additive models for survival data</p>	<p>Results This study supports the theory of better quality in high volume hospitals for uncemented, but not cemented THR.s.</p> <p>Adjusted 6.5 year revision rate for cemented THR: High volume: 5.1 % Low volume: 3.8 % , p=0.08</p> <p>Adjusted 6.5 year revision rate for uncemented THR: High volume: 5,0% Low volume: 12,2% p < 0.001</p> <p>Comments The annual number of cemented THR.s was much higher than for uncemented THR.s. However, there was no indication of increased revision rates, even for very low annual volumes of cemented THR.s per hospital.</p>

Hip arthroplasty			
Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Kreder 1998 (45) Canada</p> <p>Aim: To test the hypothesis that complication rate for elective total hip replacement operations are related to surgeon and hospital volumes.</p>	<p>Procedure and diagnosis: Elective total hip joint replacements for degenerative or inflammatory arthritis</p> <p>Design and data source: Retrospective study based on data from the Canadian Institute of Health Information (CIHI)</p> <p>Time period: 1992</p> <p>Study population: 6550 records, 3645 patients, 329 surgeons and 90 hospitals Emergency operations not included, any exclusion.</p> <p>Outcome measured: In-hospital complications, 1 and 3 year revision rates, 1 and 3 year infection rates, 3 months and 1 year death rates</p>	<p>Hospital volume: Cut-points based on analysis of data, percentiles (<40, 40-80, >80)</p> <p>Hospital annual volumes High volume: >107 (1700 patients, 18 hospitals) Medium volume: 42-107 (1472 patients, 34 hospitals) Low volume: < 42 (474 patients, 38 hospitals)</p> <p>Surgeon annual volumes High volume: >27 (2087 patients, 65 surgeons) Medium volume: 9-27 (1269 patients, 122 surgeons) Low volume: < 9 (289 patients, 142 surgeons)</p> <p>Adjustment for Case-mix: Adjusted for age/sex, disease severity, comorbidity (Charlson Comorbidity Index) Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: Linear and logistic regression, GEE (Generalised Estimation Equation)</p>	<p>Results Too few in-hospital deaths (0.4%) to establish adequate levels of significance for comparing provider volume groups concerning in-hospital mortality. Complications during initial admissions not related to surgeon or hospital volume.</p> <p>Surgeon and hospital volume was not significantly related to patients 3 months and 1 year mortality, nor to 1 or 3 year infection rates or revision rates.</p>

Hip arthroplasty

Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Kreder 1997 (44) Washington State, US</p> <p>Aim: To describe the case mix as a function of provider volume and to analyse case-mix-adjusted rates of operative morbidity and mortality as a function of provider volume.</p>	<p>Procedure and diagnosis: Elective total hip arthroplasties for osteoarthritis, inflammatory disease, avascular necrosis, late post-traumatic osteoarthritis .</p> <p>Design and data source: Retrospective study based on discharge registry, clinical and administrative database (The Comprehensive Hospital Abstract Reporting System-CHARS) including minimum 1-year follow-up data.</p> <p>Time period: 1988-1991</p> <p>Study population: 7936 patients, 8774 operations, 494 surgeons and 67 hospitals Exclusions: Emergency admissions, fractures, malignant tumors, bilateral operations, revisions, age<18, years.</p> <p>Outcome measured: serious complication during index hospitalisation, mortality, infection and revision at 3 months and 1 year</p>	<p>Hospital volume: Cut-points based on analysis of the data . Low, medium, high (<40,40-80,>80th percentile)</p> <p><i>Average annual surgeon volumes:</i> High: > 10 (78 surgeons, 4531 patients) Medium: 2-10 (246 surgeons, 3125 patients) Low: <2 (170 surgeons, 280 patients)</p> <p><i>Average annual hospital volumes</i> High: > 65 (15 hospitals, 4793 patients) Medium: 16-65 (25 hospitals, 2667 patients) Low: <16 (27 hospitals, 476 patients)</p> <p>Adjustment for Case-mix: age, sex, disease severity (diagnosis), comorbidity (including Charlson comorbidity score) Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: Linear and logistic regression, adequate statistical methods (GEE= Generalised Estimation Equation)</p>	<p>Results Low volume surgeons and hospitals managed patients with more adverse risk profile in terms of age, comorbidity and diagnosis than high volume providers.</p> <p>Too few deaths during initial hospitalisation (0,3%) to establish adequate levels of significance for comparison of in-hospital mortality between provider volume groups.</p> <p>After adjustment for the case-mix, low-volume surgeons had more serious complications during index hospitalisation and later higher mortality rates, more infections, and higher rates of revisions. Adjusted death rates 3 months after index hospitalisation for low vs high surgeon volume groups: 3.0 (95% CI 1,4-7,3)</p> <p>No significant difference in index serious complications or later survival, infections, or revision rate could be demonstrated between the lowest and highest hospital volume group, but 3 month and 1 year death rate for medium vs high hospital volume group was 1,8 (95% CI 1,0-3,3) and 1,7 (95% CI 1,1-2,4).</p>

Knee replacement

Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Norton 1998 (46) US</p> <p>Aim: To examine the effect of hospital volume on in-hospital surgical outcomes for knee replacement</p>	<p>Procedure: Primary knee replacement</p> <p>Design and data source: Retrospective study based on data from The Health Care Financing Administration's Medicare Provider Analysis and Review (MEDPAR); an administrative database and insurance claims form. Hospital data from American Hospital Association. All hospitals performing Medicare-financed knee prostheses were included</p> <p>Time period: 1985-1990</p> <p>Study population: 295 473 patients. "A few" exclusions made due to age / HMO-enrollments, expatriation, miscoded or missing data etc.</p> <p>Outcome measured: In-hospital complication (likely, possible, anaemia)</p>	<p>Hospital annual volume: Cut-point based on analysis of data into 4 volume splines: 0-20, 21-40, 41-80, >80 As only 3/4 of the knee replacements was paid for by Medicare, the true hospital volume was increased by 1/3. Specific threshold at 40 and 80 thus translated into 53 and 107 Low volume $\approx < 50$ High volume $\Rightarrow > 100$</p> <p>Adjustment for Case-mix: age, sex, severity (emergency-admittance, eligible for Medicare due to disability, obesity), comorbidity. Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: GEE (Generalised Estimation Equation), Logit model</p>	<p>Results A beneficial effect of higher volume on the probability of a likely or probable complication was found. The probability of a likely in-hospital complication declined rapidly between 53 through 107 operations per year, and then levelled off. Regional centres with a volume of 50-100 operations per year appeared to be the optimal policy to reduce in-hospital complications</p>
<p>Gutierrez 1998 (48) US</p> <p>Aim: To examine the relationship between hospital procedure-specific volume and average hospital cost</p>	<p>Procedure: Elective knee replacement</p> <p>Design and data source: Retrospective analysis based on data from Medicare provider analysis and review files (administrative claims data)(MedPAR). Hospital data from American Hospital Association's annual survey</p> <p>Time period: Calendar year 1989</p> <p>Study population: 2916 hospitals and 67 041 patients Exclusions: probable coding errors; diagnoses incompatible with KR, end stage renal disease, operations abroad, disabled prior to admission, HMO-enrollments (n not given). 47 hospitals were excluded due to missing cost-to-charge-ratios.</p> <p>Outcome measured: Complication rates, mortality rates</p>	<p>Hospital annual volume: Small : < 100 beds (n = 583 hospitals) Medium: 100 - 400 (n = 1900 hospitals) Large: > 400 beds (n = 433 hospitals)</p> <p>Mean annual specific volume Small hospitals: 9.4 Medium hospitals: 24.1 Large hospitals: 49.9</p> <p>Adjustment for Case-mix: age, sex, race, diagnosis and proportion receiving bilateral knee replacements, Deyo-adapted Charlson comorbidity index. Case-mix score = 0 for clinical outcome measures (III for cost assessment)</p> <p>Statistical methods: Regression equation</p>	<p>Results No statistically significant differences in complication rates or mortality rates across small, medium and large hospitals at the 1% level. Both the average surgical complications and the average mortality rate declined as volume increased for both medium and large hospitals: For medium sized hospitals Surgical complication rate 3.0% with 1-12 procedures per year vs. 1.2% with >100 annual procedures. Mortality rate 0.8% with 1-12 procedures per year vs. 0.3% with >100 annual procedures. Significance level not given. This study was not designed to study volume/clinical outcome relationships and the clinical results are not adjusted for case-mix.</p>

Hip and knee procedures

Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Taylor 1997 (47) Colorado, US</p> <p>Aim: To investigate the relationship between patient mortality and hospital patient volume for major orthopaedic surgery</p>	<p>Procedure: Several orthopaedic procedures in three different DRG groups:</p> <p><u>DRG 209:</u> Major joint and limb reattachments. Approximately 90% total and partial hip arthroplasty and total knee arthroplasties. Revision hip and knee arthroplasties ≈ 10%</p> <p><u>DRG 10:</u> Hip and knee procedures except major joint procedures, with complications or comorbid condition</p> <p><u>DRG 214:</u> Back and neck procedures, with complications or comorbid condition.</p> <p>Design and data source: Retrospective study of data from Medicare Provider Analysis and Review (MEDPAR). All Medicare patients during period included.</p> <p>Time period: Fiscal years 1993 – 1994 (Oct 1992 – Sept 1994)</p> <p>Study population: DRG 209: 632 533 patients and 3842 hospitals DRG 210: 270 296 patients and 3866 hospitals DRG 214: 105 740 patients and 2456 hospitals</p> <p>Outcome measured: Mortality rate in-house, in-house + 30 days</p>	<p>Annual hospital volume: <u>DRG 209:</u> High volume: > 199 (n = 383 hospitals, 235 148 patients) Low volume: < 25 (n = 1243 hospitals, 26 047 patients)</p> <p><u>DRG 210:</u> High volume: > 99 (n = 166 hospitals, 42 105 patients) Low volume: < 25 (n = 1819 hospitals, 41 017 patients)</p> <p><u>DRG 214:</u> High volume: > 49 (n = 274 hospitals, 47 073 patients) Low volume: < 25 (n = 1752 hospitals, 28 476 patients)</p> <p>Adjustment for Case-mix: age and sex, length of stay, surgical codes, diagnosis-related group (DRG), discharge destination and situation (alive/dead). No other adjustments for orthopaedic degree of difficulty or adjustment for comorbidities were made. Case-mix score = 1</p> <p>Statistical methods: One- sided tests for significance.</p>	<p>Results Higher volume hospitals had lower mortality rates, both in-house and in-house plus 30-days, for each of the DRGs studied and for each of the individual procedures within DRG 209.</p>

Hip fracture		Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Lavernia 1998 (50) Florida, US</p> <p>Aim: To assess the effects of surgical volume on the short-term outcome of hemiarthroplasty surgery in hip fracture care as a function of the surgeon's volume.</p>	<p>Procedure and diagnosis: Hemiarthroplasty after hip fracture</p> <p>Design and data source: Retrospective study based on discharge data from The Agency of Health Care Administration (AHCA), an administrative and clinical database. All hospitals in Tallahassee, Florida, US except rehabilitation centres, psychiatric wards and state-operated institutions contributed.</p> <p>Time period: 1992</p> <p>Study population: 5 604</p> <p>Outcome measured: In-hospital mortality, 1 year complication rate</p>	<p>Surgeon annual volume: Cut-points defined by authors by dividing the material in thirds Mean annual physician volume 5.2 procedures low volume: < 10 procedures, 85% of physicians, 3088 patients medium volume: 10-30 procedures, 2229 patients high volume: > 30 procedures, 0.7% of physicians, 287 patients</p> <p>Adjustment for Case-mix: No adjustments for confounders. case-mix score = 0</p> <p>Statistical methods: Univariate (Student's) t-test and Bonferroni adjustment</p>	<p>Results No significant differences in mortality between low/high volume surgeons. Possible differences in complication rates may be related to varying coding practice.</p> <p>Comments: The authors state that economic incentives are in favour of coding complications and comorbidities, making interpretation of the data difficult.</p>	
<p>Hamilton 1998 (49) Canada</p> <p>Aim: To examine whether any given hospital's patient outcome change as its surgery volume varies with time</p>	<p>Procedure and diagnosis: Acute hip fracture surgery, for fracture of the neck of femur; transcervical, pertrochanteric, or other unspecified, hip fracture ICD-9 820.0-820.9)</p> <p>Design and data source: Retrospective study based on standardised hospital discharge abstracts from all Quebec hospitals giving acute care for hip fractures and registered in the MED-ECHO database.</p> <p>Time period: April 1990- March 1993</p> <p>Study population: 7483 patients, 68 hospitals Reasons for exclusions: not operated (6%) and revisions</p> <p>Outcome measured: In-hospital mortality.</p>	<p>Between hospital analysis Hospital annual volume: Cut-point based on analysis of data (quartiles). High volume: ≥ 73 Low volume: ≤ 32</p> <p>Longitudinal analysis of changing within hospital volume Cut-point based on analysis of data (quartiles). Period volume changed >9% compared to hospital average 0-9% -9% -0% -9%</p> <p>Adjustment for Case-mix: age, sex, disease severity (transcervical, pertrochanteric fractures etc.), comorbidity (number and Charlson comorbidity index). Additionally adjusted for differences in hospital outcomes that were fixed with time case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: Logistic regression</p>	<p>Results High volume hospitals tended to have lower in-hospital mortality than low volume hospitals (6,6% vs 8,8%, $p=0,052$), but also patients with fewer and less serious comorbidities ($p=0,007$ and $p=0,085$). Adjusting for case-mix the effect on the difference in odds of in-hospital mortality in high and low volume hospitals was insignificant (predicted in-hospital mortality 8,3% in high volume hospitals vs 9,4% in low volume hospitals).</p> <p>Period-to period fluctuations in surgical volume at a particular hospital had no significant effect on mortality after hip fracture surgery within that same hospital.</p> <p>The volume-outcome relationship for hip fractures was found to reflect fixed differences in quality between high and low volume hospitals and not to the period volume per se.</p>	

Carotid endarterectomy

Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>O'Neill 2000 (54) US</p> <p>Surgeon characteristics associated with mortality and morbidity following carotid endarterectomy</p>	<p>Procedure: CEA</p> <p>Design and data source: Pennsylvania health care cost containment Council</p> <p>Time period: 1994-95</p> <p>Study population: 153 hospitals, 532 surgeons and 12725 patients</p> <p>Outcome measured: In-hospital mortality or morbidity</p>	<p>Surgeon 2 year volume: 1-2 (n = 117) 3-24 (n = 246) 25-49 (n = 66) 50-99 (n = 84) >100 (n = 19)</p> <p>Case-mix adjustment: Age, sex, severity of illness and serious comorbidity Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: Wilcoxon rank sum test, multivariate logistic regression</p>	<p>Results Low volume surgeons (1-2 procedures in 2 years) had higher mortality rates and higher rates of bad outcome than high volume surgeons. When the lowest volume category was excluded the association between volume and bad outcome was no longer significant.</p>
<p>Khuri 1999 (40) US</p> <p>Relation of surgical volume to outcome in eight common operations</p>	<p>Procedure: CEA</p> <p>Design and data source: Prospective analysis of Veterans Health Administration surgical quality improvement programme</p> <p>Time period: 1991 - 97</p> <p>Study population: 93 hospitals and 10173 patients</p> <p>Outcome measured: Mortality or stroke within 30 days</p>	<p>Hospital annual volume: High volume: 29-101 procedures Low volume: 2-28 procedures</p> <p>Surgeon annual volume: High volume: > 12 procedures Low volume: < 11 procedures</p> <p>Case-mix adjustment: Age, sex, severity of illness and serious comorbidity Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: Variance analysis, logistic regression, Pearsons correlation</p>	<p>Results No relation between hospital or physician volume and outcome from CEA</p>

Carotid endarterectomy			
Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
Karp 1998 (57) US Carotid endarterectomy among medicare beneficiaries	Procedure: CEA Design and data source: Retrospective analysis of Medicare admissions in Georgia Time period: 1993 Study population: 1945 patients, 67 hospitals Outcome measured: Mortality within 30 days, stroke, complications	Hospital annual volume: 1-10 procedures (n = 236) 11-25 procedures (n = 17) 26-50 procedures (n = 15) 51-250 procedures (n = 12) Threshold High volume: >50 Low volume: 1-10 Case-mix adjustment: Age, sex, severity of illness and serious comorbidity Case-mix score = III Statistical methods: t-test, χ^2 , multiple logistic regression	Results Low volume hospitals had significantly higher rates of morbidity and mortality OR 2.6 (95% CI: 0.9-6.4)
Kucey 1998 (58) Canada Determinants of outcome after carotid endarterectomy	Procedure: CEA Design and data source: Retrospective analysis of a clinical database Time period: 1994 through 96 Study population: 8 hospitals, 27 surgeons, 1280 patients Outcome measured: Mortality within 30 days, stroke following the procedures	Surgeon annual volume: High volume: > 12 procedures Medium volume: 7-12 procedures Low volume < 6 procedures Case-mix adjustment: Age, sex, severity of illness and serious comorbidity Case-mix score = III Statistical methods: Multivariate analysis, multiple logistic regression	Results Higher rates of mortality and stroke for low volume surgeons

Carotid endarterectomy

Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Kantonen 1998 (56) Finland</p> <p>Influence of surgical experience on the results of Carotid surgery</p>	<p>Procedure: CEA</p> <p>Design and data source: Retrospective analysis of data from the Finvasc registry</p> <p>Time period: 1991-95</p> <p>Study population: 23 hospitals, 104 surgeons, 1600 patients;</p> <p>Outcome measured: Combined mortality and stroke rate</p>	<p>Surgeon annual volume: High volume: > 10 (n=10) Low volume: < 10 (n=94)</p> <p>Case-mix adjustment: Age, sex, severity of illness and serious comorbidity Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: Logistic regression, SBSS</p>	<p>Results Lower rates of mortality and stroke rate for high volume surgeons (p < 0.005)</p> <p>No effect of hospital volume on outcome from CEA</p>
<p>Hannan 1998 (52) US, New York</p> <p>Relationship between provider volume and mortality for carotid endarterectomies in New York state</p>	<p>Procedure: CEA</p> <p>Design and data source: Retrospective analysis of data from SPARS</p> <p>Time period: 1990 through 95</p> <p>Study population: Pr year: 145-161 hospitals and 406-518 surgeons A total of 28207 patients</p> <p>Outcome measured: In-hospital mortality</p>	<p>Hospital annual volume: Range I – 497 procedures, mean: 33.0 High volume: > 100 procedures Low volume: < 100 procedures</p> <p>Surgeon annual volume: Range: 1- 342 procedures, mean 8.8 High volume: > 5 procedures Low volume: < 5 procedures</p> <p>Case-mix adjustment: Age, sex, severity of illness and serious comorbidity Case-mix score = II</p>	<p>Results Risk adjusted mortality rates (1.89%) was significantly higher than the statewide average for patient treated by low volume surgeons p < 0.05.</p> <p>Risk adjusted mortality rates (1.42 %) was significantly higher for low volume hospitals p < 0.05) compared to statewide average High volume hospitals had significantly lower risk adjusted mortality rates (0.94%) than the statewide average p<0.05</p>
<p>Cebul 1998 (55) Ohio, US</p> <p>Indications, outcomes and provider volumes for carotid endarterectomy</p>	<p>Procedure: CAE, TIA</p> <p>Design and data source: Retrospective analysis of data from medicare part A files for Ohio</p> <p>Time period: 1993</p> <p>Study population: 678 patients, 478 surgeons, 115 hospitals</p> <p>Outcome measured: Mortality or stroke within 30 days</p>	<p>Statistical methods: Stepwise logistic regression</p> <p>Hospital annual volume: High volume: > 62 (n = 22) Low volume: < 62 (n = 93)</p> <p>Surgeon annual volume: High volume: > 21(n = 57) Low volume: < 21 (n = 421)</p> <p>Case-mix adjustment: Age, sex, severity of illness and serious comorbidity Case-mix score = II</p> <p>Statistical methods:</p>	<p>Results High volume hospitals had significantly lower stroke/mortality rates than low volume hospitals, 2.4 vs 7.1, p= 0.004)</p> <p>No significant association between volume and stroke mortality rate for high volume (4.3 %) and low volume (5.3 %) surgeons</p>

Carotid endarterectomy			
Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
Manheim 1998 (53) US, California Hospital vascular surgery volume and procedure mortality rates in California	Procedure: CEA Design and data source: Retrospective analysis the OSHPD database Time period: 1982-94 Study population: 106493 patients Outcome measured: In-hospital mortality	Hospital annual volume: Very high volume: >100 procedures High volume: 50- 100 procedures Medium volume: 20-49 procedures Low volume: <20 procedures Case-mix adjustment: Age, sex, severity of illness and serious comorbidity Case-mix score = II Statistical methods: Logistic regression	Results Hospitals performing more than 20 CEA annually had lower mortality rates than low volume hospitals. OR compared to low volume hospitals: Medium volume: 0.80 (p = 0.002) High volume: 0.68 (p < 0.001) Very high volume: 0.66 (p < 0.001)
Perler 1998(60) US, Maryland Influence of age and hospital volume on the results of carotid endarterectomy	Procedure: Carotid endarterectomy (CEA) Design and data source: Retrospective analysis of data from Maryland Health Services Cost Review Commission database Time period: 1990-95 Study population: 48 hospitals, 9918 patients Outcome measured: Mortality within 30 days, stroke following the procedures	Hospital annual volume:: High volume: > 50 procedures (n = 12) Moderate volume: 11-49 procedures (n = 24) Low volume: < 10 procedures (n= 12) Case-mix adjustment: Age, sex, severity of illness and serious comorbidity Case-mix score = III Statistical methods: Kruskal-Wallis, Mann-Whitney, Fishers, Logistic regression	Results Lower rates of mortality and stroke in high volume hospitals (0.9% /1.8%) compared to low volume hospitals (1.9%/6.1%)
Mayo 1998 (51) US, Maine Carotid endarterectomy after NASCET and ACAS	Procedure: CEA Design and data source: Prospective cohort study Maine Carotid Endarterectomy Registry Time period: 1995 Study population: 17 hospitals, 23 surgeons, 362 patients Outcome measured: Mortality within 30 days, TIA, Stroke	Hospital annual volume: High volume: 29-101 procedures Low volume: 2-28 procedures Surgeon annual volume: High volume: > 12 procedures Low volume: < 11 procedures Case-mix adjustment: Age, sex, severity of illness and serious comorbidity Case-mix score = III Statistical methods: Chi square	Results No relation between hospital or surgeon volume and stroke The study encompass 58% of patients in Main

Carotid endarterectomy

Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Weinberg 1998 (62) US</p> <p>Variation in carotid endarterectomy mortality in the medicare population</p>	<p>Procedure: CEA</p> <p>Design and data source: Retrospective analysis of Medicare Provider analysis and review (MEDPAR) file</p> <p>Time period: 1992-93</p> <p>Study population: 2699 hospitals, 1130300 patients</p> <p>Exclusions: patients <65 years and patient records with incomplete data</p>	<p>Hospital annual volume: High volume: > 21 procedures Medium volume: 7-21 procedures Low volume: < 1-6 procedures</p> <p>Case-mix adjustment: Age, sex and comorbidity Dartmouth-Manitoba modification of Charlsons comorbidity index Case-mix score = II</p> <p>Statistical methods: Logistic regression, Chi square</p>	<p>Results Higher mortality rate for low volume hospitals</p> <p>Mortality rates 1.4% NASCET trial 1.7% High volume hospital 1.9% Medium volume 2.5% Low volume hospital</p>
<p>Roddy 2000 (61) US</p> <p>Assessment of the relationship between hospital cost, CEA volume and stroke-mortality rates for academic versus non academic hospitals</p>	<p>Procedure: CEA</p> <p>Design and data source: Retrospective analysis of data from Massachusetts division of health care finance and policy database</p> <p>Time period: 1995 through 97</p> <p>Study population: 10211 patients, 43 – 56 hospitals</p> <p>Outcome measured: In hospital mortality and stroke</p>	<p>Hospital annual volume: High volume academic: 192 procedures (n = 5) High volume: mean 76 procedures (n = 18 - 23) medium volume: mean 36 procedures, range (33-39) (n = 13-18) Low volume: mean 19procedures, range 18-19 (n =7-10)</p> <p>Case-mix adjustment: Age and sex Case-mix score = I</p> <p>Statistical methods: χ^2</p>	<p>Results Relationship between mortality and stroke to volume of procedures > 50 procedures/year: 0.9% 24-49 procedures/year: 1.88% 12-12 procedures/year: 2.54%</p> <p>Patients treated in high volume academic hospitals had significantly lower mortality rates (=9%) than patients treated in high (1.9%) or medium (2.54%) non academic hospitals</p> <p>Comment Not adjusted for comorbidity</p>
<p>Pearce 1999 (59) US, Florida</p> <p>The importance of surgeon volume and training in outcomes for vascular surgical procedures</p>	<p>Procedure: CEA</p> <p>Design and data source: Retrospective analysis Florida Health Care Administration files</p> <p>Time period: 1992 -96</p> <p>Study population: 45744 patients, 156–165 hospitals, 647-838 surgeons</p> <p>Outcome measured: In-hospital mortality and stroke</p>	<p>Hospital annual volume: Median: 102 procedures</p> <p>Surgeon annual volume: Median: 32 procedures</p> <p>Case-mix adjustment: Age and sex Case-mix score = I</p> <p>Statistical methods: Multiple logistic regression</p>	<p>Results Improved relative risk following a doubling in surgical volume (p = 0.0012) or hospital volume (p= 0.0061)</p>

Abdominal aortic surgery			
Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
Khuri 1999 (40) US Relation of surgical volume to outcome in eight common operations	Diagnosis: Non ruptured AAA Design and data source: Prospective analysis of Veterans Health Administration surgical quality improvement programme Time period: 1991-97 Study population: 107 hospitals, 3767 patients Outcome measured: Mortality within 30 days	Hospital annual volume of procedures: Range: 0-32 Mean: 6.9 ± 5.7 Case-mix adjustment: Age, sex, severity of illness and serious comorbidity Case-mix score = III Statistical methods: Variance analysis, Logistic regression	Results No correlation between hospital volume and mortality from elective AAA.
Pronovost 1999 (69) US, Maryland Organisational characteristics of intensive care units related to outcomes of abdominal aortic surgery	Diagnosis: Abdominal aortic surgery, elective or acute, ICD-9 code 441.3 Design and data source: Retrospective analysis of administrative data from Maryland Health Service Cost Review commission Time period: 1994-96 Study population: 39 hospitals, 2987 patients Patients < 30y were excluded Outcome measured: In hospital mortality	Hospital annual volume: High volume: > 36 procedures Low volume: < 36 procedures Surgeon annual volume High volume: > 8 procedures Low volume: < 8 procedures Case-mix adjustment: Age, sex, severity of illness and serious comorbidity (Romano-Charlson comorbidity index) Case-mix score = III Statistical methods: T-test, Multiple logistic regression, Multiple linear regression, Shapiro-Wilks test Hospital volume: 1-80 procedures/4 year Case-mix adjustment: Age, sex and severity of illness Case-mix score = II Statistical methods: Linear regression and correlation coefficient	Results Higher mortality rates for patients treated in low volume hospitals. Adjusted (case-mix) OR 1.7 (95 % CI: 1.3 - 2.3) $p < 0.05$ No effect of surgeon volume on mortality after correction for case-mix variations.
Kantonen 1999 (67) Finland Mortality in ruptured abdominal aortic aneurysm	Diagnosis: Ruptured AAA Design and data source: Retrospective analysis of data from the nationwide vascular registry Finnvasc Time period: 1991-94 Study population: 18 hospital, 454 patients Outcome measured: In-hospital mortality and mortality within 30 days		Results No statistical dependency between hospital volume and mortality for patients operated for rAAA High volume hospitals had significantly lower total mortality rates ($p = 0.01$) for surgical and nonsurgical patients. Comments High volume hospitals included more patients for surgery and had better overall results

Abdominal aortic surgery

Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Sollano 1999 (68) US, New York</p> <p>Volume-outcome relationships in cardiovascular operations</p>	<p>Diagnosis: Elective AAA</p> <p>Design and data source: Retrospective analysis of administrative data from State-wide Planning and Research Co-operative system</p> <p>Study population: 9847 patients, 195 hospitals</p> <p>Time period: 1990-95</p>	<p>Hospital annual volume: Range: 14 - 433</p> <p>Case-mix adjustment: Age and sex Case-mix score = 1</p> <p>Statistical methods: Logistic regression</p>	<p>Results Hospital volume is a significantly predictor of outcome from AAA</p> <p>22% decrease in hospital mortality per 100 case increase in hospital volume OR 0.782 per increase of 100 cases in hospital volume (95% CI: 0.722-0.847, p = 0.001)</p>
<p>Pearce 1999 (59) US, Florida</p> <p>The importance of surgeon volume and training in outcomes from vascular surgical procedures</p>	<p>Outcome measured: In-hospital mortality</p> <p>Diagnosis: Unruptured AAA, Diagnosis code: 444.4</p> <p>Design and data source: Retrospective analysis of Florida agency for health care administration</p> <p>Study population: 13415 patients, 150-162 hospitals, 500-609 surgeons</p> <p>Time period: 1992-96</p> <p>Outcome measured: Mortality within 30 days</p>	<p>Mean annual hospital volume: 32 admissions Mean annual surgeon volume: 9 admissions</p> <p>Case-mix adjustment: Age and sex Case-mix score = 1</p> <p>Statistical methods: Multiple logistic regression</p>	<p>Results High volume hospitals and surgeons had lower mortality rates.</p> <p>Doubling in hospital volume was associated with a relative risk ratio of 0.892 p = 0.0491</p> <p>Doubling in surgeon volume was associated with a relative risk ratio 0.0898 p = 0.0002</p>

Abdominal aortic surgery			
Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
Dardik 1999 (64) US, Maryland Results of elective abdominal aortic aneurysms repair in the 1990s	Diagnosis: Non ruptured Abdominal aortic aneurysm (code 441.02 or 441.3) Design and data source: Retrospective analysis of the Maryland Health service and cost review commission database Time period: 1990-95 Study population: 46 hospitals, 219 surgeons, 2335 patients Outcome measured: In hospital mortality	Hospital cases /6 year High volume: > 100 cases (n = 7) Moderate volume: 50-99 cases (n = 9) Low volume: < 50 cases (n = 30) Surgeon cases /6 year Very high volume: > 100 (n = 3) High volume: 50-99 (n = 6) Moderate volume: 10-49 (n = 56) Low volume: 2-9 (n = 83) Very low volume: < 1 (n = 71) Case-mix adjustment: Age, sex, severity of illness and serious comorbidity Case-mix score = III	Results Low volume hospitals had higher operative mortality rates than high-volume hospitals. OR 2.10 (95% CI: 1.04-4.27) p = 0.039. Very low volume surgeons had higher mortality rate compared to moderate volume surgeons OR 3.26 (95% CI: 1.32-8.03) p = 0.01. Comments Very low is normally below Norwegian levels, although such low figures may exist
Dardik 1998 (65) US, Maryland Factors influencing outcome from surgical repair of ruptured abdominal aortic aneurysms	Diagnosis: Ruptured AAA (ICD-9 codes 38.34, 38.44, 38.64, 38.84, 39.54) Design and data source: Retrospective analysis of administrative data from Maryland Health service and cost review commission database Time period: 1990-95 Study population: 45 hospitals, 226 surgeons, 527 patients Outcome measured: Mortality within 30 days	Statistical methods: χ^2 , Fishers exact, Mann-Whitney U-test, Kruskal-Wallis, Multiple logistic regression Hospital 5 year volume High volume: > 20 procedures (n = 6) Medium volume: 10-20 procedures (n = 13) Low volume: < 10 procedures (n = 26) Surgeon 5 year volume: High volume: > 10 (n = 7) Medium volume: 5-9 (n = 20) Low volume: 1-4 (n = 199) Case-mix adjustment: Age, sex, severity of illness and serious comorbidity Case-mix score = III Statistical methods: χ^2 , Fishers exact, Mann-Whitney U-test, Kruskal-Wallis, Multiple logistic regression	Results No relation between hospital volume and mortality from ruptured AAA or total AAA High volume surgeons had lower mortality rates (36.3 ± 5.1 %) compared to low volume surgeons (50.8 ± 2.8 %) p= 0.05 (χ^2 test)

Abdominal aortic surgery

Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Manheim 1998 (53) US, California</p> <p>Hospital vascular surgery volume and procedure mortality rates in California</p>	<p>Diagnosis: Elective and ruptured AAA</p> <p>Design and data source: Retrospective analysis of the OSHPD database</p> <p>Time period: 1982-94</p> <p>Study population: Patients:35130 elective 7327 patients with rAAA</p> <p>Outcome measured: In-hospital mortality</p>	<p>Statistical methods</p> <p>Hospital annual volume: High volume: > 50 procedures Medium: 20-49 procedures Low volume: < 20 procedures</p> <p>Case-mix adjustment: Age, sex, severity of illness and serious comorbidity Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: Logistic regression</p>	<p>Results</p> <p>Medium and high volume hospitals had lower mortality rates than low volume hospitals</p> <p>Unruptured AAA Medium volume: OR 0.78 p< 0.001 High volume: OR 0.84 p= 0.017</p> <p>Ruptured AAA Medium volume: OR 0.74 p< 0.001 High volume: OR 0.49 p= 0.001</p>
<p>Kantonen 1997 (66) Finland</p> <p>Mortality in abdominal aortic aneurysm surgery – the effect of hospital volume, patient mix and surgeons caseload</p>	<p>Diagnosis: Abdominal aortic aneurysm</p> <p>Design and data source: Retrospective analysis of data from the Finnvasc registry</p> <p>Time period: 1991-94</p> <p>Study population: 3 high volume hospitals with ~ 13 surgeons, 929 elective, 610 Acute (454 ruptured) patients</p> <p>Outcome measured: Mortality within 30 days</p>	<p>Hospital procedures/year:</p> <p>High volume: > 15 Elective > 10 ruptured</p> <p>Low volume: < 15 Elective <10 ruptured</p> <p>Case-mix adjustment: Age, sex, severity of illness and serious comorbidity Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: SPSS, logistic regression</p>	<p>Results</p> <p>High volume surgeons had lower mortality rates for elective AAA p < 0.01. Surgeons performing high volume of vascular procedures had lower mortality rates following AAA repair p < 0.01</p> <p>No relationship between hospital volume and mortality</p>

Infrainguinal bypass grafting

Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Kantonen 1998 (70) Finland</p> <p>Factors affecting the results of surgery for chronic critical leg ischemia – a nationwide survey</p>	<p>Procedure: Low extremity bypass</p> <p>Design and data source: Retrospective analysis of a clinical database</p> <p>Time period: 1991-94</p> <p>Study population: 1761 patients</p> <p>Outcome measured: Amputation within 30 days</p>	<p>Hospital annual volume: High volume: > 20 Low volume: < 20</p> <p>Surgeon annual volume: High volume: > 10 Low volume: < 10</p> <p>Case-mix adjustment: Age, sex, severity of illness and serious comorbidity Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: Multivariate analysis</p>	<p>Results Low volume hospitals ($p = 0.05$) and low volume surgeons ($p = 0.01$) had higher rates of amputations</p>
<p>Khuri 1999 (40) US</p> <p>Relation of surgical volume to outcome in eight common procedures</p>	<p>Procedure: Infrainguinal vascular reconstruction, elective</p> <p>Design and data source: Prospective analysis of Veterans Health Administration surgical quality improvement programme</p> <p>Time period: 1991-97</p> <p>Study population: 12535 patients, 107 hospitals</p> <p>Outcome measured: Mortality within 30 days</p>	<p>Hospital annual volume: Range: 1-90 Mean: 23.5 ± 14.8</p> <p>Case-mix adjustment: Age, sex, severity of illness and serious comorbidity Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: Varians analysis, logistic regression, Pearsons correlation</p>	<p>Results No relation between hospital volume and mortality</p>

Infringunial bypass grafting

Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Manheim 1998 (53) US, California</p> <p>Hospital vascular surgery volume and procedure mortality rates in California</p>	<p>Procedure: Lower extremity arterial bypass, peripheral angioplasty</p> <p>Design and data source: Retrospective analysis of administrative databases</p> <p>Time period: 1982-94</p> <p>Study population: 100963 patients</p> <p>Outcome measured: In-hospital mortality</p>	<p>Hospital annual volume: Very high volume: > 100 High volume: 50-99 Medium: 20-49 Low volume: < 20</p> <p>Case-mix adjustment: Age, sex, severity of illness and serious comorbidity (III)</p> <p>Statistical methods: Logistic regression</p>	<p>Results Hospitals with an annual volume of > 20 procedures had significantly lower mortality rates than low volume hospitals</p> <p>Medium volume: OR 0.87 p < 0.001 High volume: OR 0.74 p < 0.001 Very high volume: OR 0.67 p < 0.001</p>
<p>Pearce 1999 (59) US, Florida</p> <p>The importance of surgeon volume and training in outcomes for vascular surgical procedures</p>	<p>Procedure: Low extremity bypass grafting</p> <p>Design and data source: Retrospective analysis of patient data from Florida Agency for Health care administration</p> <p>Time period: 1992-96</p> <p>Study population: 31172 patients, 161-174 hospitals 590-777 surgeons</p> <p>Outcome measured: In-hospital mortality, stroke, myocardial infarction</p>	<p>Hospital annual volume: Median: 60</p> <p>Surgeon annual volume: Median: 21</p> <p>Case-mix adjustment: Age and sex Case-mix score = 1</p> <p>Statistical methods: Multiple logistic regression</p>	<p>Results No correlation between hospital volume and mortality. Doubling surgeon volume resulted in improvement in outcome (mortality) by 8% (p= 0.0002)</p> <p>Focus on several variables</p>

Pediatric cardiac surgery

Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Hannan 1998 (71) US, New York</p> <p>Paediatric cardiac surgery: The effect of hospital and surgeon volume on in-hospital mortality</p>	<p>Procedure: Elective paediatric cardiac surgery</p> <p>Design and data source: Retrospective analysis of clinical data from New York Cardiac Surgery Reporting System</p> <p>Time period: 1992-95</p> <p>Study population: 16 hospitals and 7169 patients</p> <p>Outcome measured: In-hospital mortality</p>	<p>Volume measure, variables controlled for and statistical methods</p> <p>Hospital annual volume: High volume: > 100 Low volume: < 100</p> <p>Surgeon annual volume: High volume: > 75 Low volume: < 75</p> <p>Combined analysis of hospital and surgeon volume categories</p> <p>Case-mix adjustment: Age, sex, severity of illness and serious comorbidity Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: Logistic regression</p>	<p>Results</p> <p>Mortality rates in low volume hospitals (8.26 %) was significantly higher than the statewide rate (p < 0.05)</p> <p>Mortality rates in high volume hospitals (5.95 %) was significantly lower than the statewide rank (p < 0.05)</p> <p>Mortality rates for low volume surgeons (8.77 %) was significantly higher than the statewide rate (p < 0.05)</p> <p>Mortality rates for high volume surgeons (5.90%) was significantly lower than the statewide rank (p < 0.05)</p> <p>Low volume surgeons in low volume hospitals had significantly higher mortality rates (8.94 %) than statewide rate (p < 0.05)</p> <p>High volume surgeons in high volume hospitals had significantly lower mortality rates (5.45 %) than statewide rate (p < 0.05)</p>

Acute Myocardial infarction

Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Casale 1998 (72) US Pennsylvania</p> <p>In hospital mortality from acute myocardial infarction</p>	<p>Diagnosis: AMI Codes:410.01–410.91</p> <p>Design and data source: Retrospective analysis of data from Atlas system</p> <p>Time period: 1993</p> <p>Study population: 30205 patients Patients excluded: age <30 and >90 and patients treated in hospitals with < 30 patients/year</p> <p>Outcome measured: In-hospital mortality, stroke</p>	<p>Physician annual volume: High volume: > 12 Low volume: < 12</p> <p>Case-mix adjustment: Age, sex, severity of illness and serious comorbidity Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: Multiple logistic regression, Chi Square, student T-test</p>	<p>Results Lower in hospital mortality rate for patients treated by high volume physicians OR 0.89 (CI 0.80-0.99) p < 0.03</p> <p>Comments Casale and Nash analyzed the same dataset. The specific details of each study is given.</p>
<p>Nash 1999 (73) US, Pennsylvania</p> <p>Generalist versus specialist care for acute myocardial infarction</p>	<p>Diagnosis: AMI Codes 410.xx (except 441.x2)</p> <p>Design and data source: Retrospective analysis of a clinical database</p> <p>Time period: 1994-1995</p> <p>Study population: 98898 medicare patients 7 65 years</p> <p>Outcome measured: Mortality within 30 days and after one year</p>	<p>Physician annual volume: High volume: 7-24 Medium: 13-23 Low volume: 7-12 Very low volume: 1-6</p> <p>Case-mix adjustment: Age, sex and severity of illness Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: Multivariate logistic regression</p> <p>Hospital weekly volumes: high volume > 4.4 medium: 2.6-4.4 low volume: 1.4-2.5 very low volume: < 1.4</p> <p>Case-mix adjustment: Age, sex, severity of illness and serious comorbidity Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: Logistic regression, cox regression, Kaplan Meier</p>	<p>Results High volume hospitals had lower 30 day mortality than low volume hospitals</p> <p>Adjusted ratio for death for per decrease of 5.5 patients/week</p> <p>OR 1.1 (1.05-1.16)* for death within 30 days OR 1.03 (1.00-1.07) for death more than 30 days after admission OR 1.05 (1.02-1.08)* for long term mortality</p> <p>* p<0.001</p>

Coronary Bypass (elective procedure)

Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Hartz 1999 (76) US, New York, Pennsylvania Wisconsin</p> <p>Training programs and experience of bypass surgeons as factors in adjusted patient mortality rates</p>	<p>Procedure: Coronary artery bypass</p> <p>Design and data source: Prospective analysis of existing data sets from New York, Pennsylvania and Wisconsin</p> <p>Time period: 1990, 91 and 92</p> <p>Study population: 83547 patients Surgeons included: New York: surgeons performing >200 operations over tree years (n=85) Pennsylvania: surgeons performing > 30 operations (n=156) Wisconsin all surgeons were included (n=45)</p> <p>Outcome measured: Mortality within 30 days</p>	<p>Surgeon annual volume: High volume >200 Low volume < 200</p> <p>Case-mix adjustment: Age, sex, severity of illness and serious comorbidity (Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: Variance, T-test, Chi square</p>	<p>Results High volume surgeons had lower mortality rates. Similar finding as in the 1997 publication by Hartz et al.</p>
<p>Sollano 1999 (68) US, New York</p> <p>Volume-outcome relationships in cardiovascular operations</p>	<p>Procedure: Coronary artery bypass</p> <p>Design and data source: Retrospective analysis of data from SPARCS</p> <p>Time period: 1990-95</p> <p>Study population: 97137 patients, 31 hospitals</p> <p>Outcome measured: In-hospital mortality after coronary surgery</p>	<p>Hospital annual volume: Categories in a range from 422-8529 operations/year</p> <p>Case-mix adjustment: Age and sex Case-mix score = I</p> <p>Statistical methods: Regression analysis</p>	<p>Results No association between volume of procedures and in-hospital mortality from CABG</p>

Coronary Bypass (elective procedure)

Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Early 2000 (77) US , California</p> <p>Excellence and low case volume: an example of the inapplicability of volume-based credentialing</p>	<p>Procedure: Coronary bypass</p> <p>Design and data source: Retrospective analysis of the society of thoracic surgeons cardiac database</p> <p>Time period: 1991-97</p> <p>Study population: 615 patients</p> <p>Outcome measured: In-hospital mortality</p>	<p>Surgeon annual volume: Range: 22-139 Mean: 117</p> <p>Case-mix adjustment: Risk adjustment, unclear at which level</p> <p>Statistical methods: Logistic regression</p>	<p>Results Low volume surgeons perform equally well to results published by high volume surgeons</p>
<p>Hartz 1997 (75) US</p> <p>Are the best coronary artery bypass surgeons identified by physician surveys?</p>	<p>Procedure: Coronary artery bypass</p> <p>Design and data source: Prospective analysis of existing data sets from New York, Pennsylvania and Wisconsin</p> <p>Time period: 1990, 91 and 92</p> <p>Study population: 85576 patients Surgeons included: New York: surgeons performing >200 operations over tree years (n=85) Pennsylvania (n=156) and Wisconsin (n=45): surgeons performing > 30 operations/year (Wisconsin only 1990 data)</p> <p>Outcome measured: In hospital mortality</p>	<p>Physician annual volume: High volume >133 Low volume < 10-133</p> <p>Case-mix adjustment: Risk adjustment but unclear at which level of adjustment</p> <p>Statistical methods: Variance, Pearson correlation,</p>	<p>Results High volume surgeons had lower mortality rates than low volume surgeons (0.87 % versus 1.07 %, $p < 0.0001$).</p>

PTCA

Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>McGrath 2000 (78) US</p> <p>Relation between operator and hospital volume and outcomes following PTCA in the era of the coronary stent</p>	<p>Procedure and diagnosis: Coronary angioplasty, stent or atherectomy (ICD-9 codes 36.01, 02, 04-06, 09)</p> <p>Design and data source: Retrospective analysis Medicare claims national history files part A (hospital) and B (physician)</p> <p>Time period: 1997</p> <p>Study population: 167208 Medicare patients (age 7 - 65), 6534 physicians, 1003 hospitals Hospitals with < 5 and physicians with 1 annual procedures were excluded</p> <p>Outcome measured: CABG and 30-day mortality</p>	<p>Estimated hospital annual volume: High volume: 7 160 (n = 52, patients = 136207) Medium: 80-160 (n = 175, patients = 22620) Low volume: > 80 (n = 483, patients = 8381)</p> <p>Estimated physician annual volume: High volume: 7 60 (n = 1205, patients = 82150) Medium: 30-60 (n = 1767, patients = 51519) Low volume: > 30 (n = 3562, patients = 33539)</p> <p>Case-mix adjustment: Age, sex, race, comorbidity (Dartmouth-Manitoba modification of Charlsons comorbidity index), AMI, urgency of admission, numbers of vessels revascularized Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: logistic regression, χ^2, clustering analysis, multivariate analysis with logistic regression</p>	<p>Results Patients treated by low volume physicians had increased risk of CABG (2.25 vs 1.55 %), $p > 0.001$), but no difference in 30-day mortality rates (3.25 % vs 3. 39%, $p = 0.027$). Patients treated in low volume hospitals had increased mortality rates (4.29 vs 3.15 %, $p > 0.001$), but no difference in risk of CABG</p> <p>Patients receiving coronary stent had reduced rate of CABG (1.20 % vs 2.78 %) and mortality rate (2.83 vs 3.94)</p> <p>Comment Hospital and physician annual volume was given for the medicare population and the total hospital volume estimated from the assumption that Medicare patients represent an average of 35 - 45 % of the total primary angioplasties performed in United states hospitals</p>

PTCA

Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Magid 2000 (93) US</p> <p>Relation between hospital primary angioplasty volume and mortality for patients with acute myocardial infarction treated with primary angioplasty vs thrombolytic therapy</p>	<p>Procedure and diagnosis: PTCA or thrombolytic therapy for acute myocardial infarction</p> <p>Design and data source: Prospective analysis of the national registry of myocardial infarction, a voluntary nation-wide clinical registry</p> <p>Time period: June 1 1994 – July 31 1999</p> <p>Study population: 446 of 616 eligible hospitals reporting to the registry were included. 21973 patients included in the primary angioplasty group and 40326 in the thrombolytic therapy group</p> <p>Hospitals excluded: < 5 primary angioplasty or intravenous thrombolysis procedures, hospitals with patient transfer rates > 15 % (n = 36), hospitals with irregular reporting to the registry (n = 91) and hospitals with < six months participation (n = 43)</p> <p>Outcome measured: In-hospital mortality, nonfatal stroke, major bleeding, acute coronary bypass after PTCA, time to treatment</p>	<p>Hospital annual volume: High volume: 7-49 (n = 111) Medium: 17-48 (n = 223) Low volume: > 16 (n = 112)</p> <p>Case-mix adjustment: Age, sex, race, comorbidity and severity of illness Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: Generalised estimating equation regression</p>	<p>Results</p> <p>Mortality was lower for patients that received PTCA compared with those who received thrombolysis at hospitals with intermediate (4.5% vs 5.9%, p < 0.001) and high volumes (3.4% vs 5.4%, p < 0.001).</p> <p>No significant difference in mortality between patients that received PTCA or thrombolytic therapy in low volume hospitals (6.2% vs 5.9%, p 0.59)</p>

PTCA			
Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
Canto 2000 (92) US The volume of angioplasty procedures and survival after acute myocardial infarction	Procedure and diagnosis: PTCA, AMI (ICD-9 code 410.x1) Design and data source: The national registry of myocardial infarction Time period: Study population: 772586 patients, 450 hospitals 5-11 n=113 12-20 n=112 21-33 n=113 >33 n=112 Outcome measured: In hospital mortality	Hospital annual volume: 5-11 procedures (n = 113) 12-20 procedures (n = 112) 21-33 procedures (n = 113) >33 procedures (n = 112) Case-mix adjustment: Age, sex, severity of illness and serious comorbidity Case-mix score = III Statistical methods: Multiple logistic regression Mantel Hanzel, χ^2	Results The lowest volume hospitals had 28% higher mortality rates than the highest volume hospital. Linear increase in mortality with increase in volume
Every 2000 (95) Institutional primary angioplasty procedure volume and outcome in elderly Americans	Procedure and diagnosis: PTCA for acute myocardial infarction (ICD-9-CM code 410, excluding 410.x2) Design and data source: Retrospective analysis of the Cooperative cardiovascular project Time period: Specified 8 months period between Feb. 1994 and July 1995 Study population: 6124 Medicare patients (age \geq 65), 802 hospitals Patients with cardiogenic shock, receiving thrombolytic therapy prior to PTCA were excluded Outcome measured: 30-day and 1-year mortality	Hospital annual volume: High volume: \geq 110 (n = 52) Medium: 31 (n = 175) Low volume: \leq 10 (n = 483) Case-mix adjustment: Age, sex, race, comorbidity (Apache score) and severity of illness Case-mix score = III Statistical methods: Chi square, logistic regression	Results Patients treated in the lowest volume quartile had 31% higher 30-day mortality rate compared to patients treated in the highest volume quartile OR per volume quartile 0.91 (95% CI 0.83-0.99) Comment Patients in low volume hospitals had slightly higher APACHE 2 comorbidity score Hospital annual volume was estimated from the assumption that Medicare patients represent an average of 43% of the total primary angioplasties performed in United states hospitals

PTCA

Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Ho 2000 (94) US, California</p> <p>Evolution of volume – outcome relation for hospitals performing coronary angioplasty</p>	<p>Procedure and diagnosis: PTCA for acute myocardial infarction (ICD-9-CM code 410, excluding 410.x2)</p> <p>Design and data source: Retrospective analysis of OSHPD discharge data (administrative data)</p> <p>Time period: 1984 – 1987, 1988 – 1992, 1993-1996</p> <p>Study population: 353 488 patients (age 20-100), 129 hospitals</p> <p>Hospitals excluded: < 15 annual PTCA</p> <p>Outcome measured: In-hospital mortality and bypass surgery</p> <p>Procedure: PTCA</p>	<p>Hospital annual volume:</p> <p>High volume: 7 400 Medium: 200-400 Low volume: > 200</p> <p>Case-mix adjustment: Age, sex, race, comorbidity and severity of illness (Romanos modification of Charlsons comorbidity index) Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: logistic regression</p>	<p>Results</p> <p>High volume hospitals had lower rates of in hospital mortality and CABG compared to low volume hospitals for all time periods, the outcome did narrow over time and improved for all volume categories</p> <p>Comment</p> <p>93 % of hospitals were classified as low volume in 1984-87, and 36.2 % of all patients were treated in low volume hospitals. In 1993-96 44 % of the hospitals were low volume and 11 % of the patients were treated in these hospitals.</p>
<p>Maynard 2000 (84) US</p> <p>Outcomes of coronary angioplasty procedures performed in rural hospitals</p>	<p>Design and data source: Retrospective analysis of Medicare provider and review files</p> <p>Time period: October 1995 – October 1996</p> <p>Study population: 51 rural and 945 urban hospitals, 201 869 procedures on patients > 65 years</p> <p>Institutions performing < 5 cases/year were excluded</p> <p>Outcome measured: In hospital mortality, in hospital need for CABG</p> <p>Procedure: PTCA</p>	<p>Hospital annual volume:</p> <p>High volume: 7200 Medium volume: 101-200 Low volume: >100</p> <p>Case-mix adjustment: Age, sex, severity of illness and serious comorbidity Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: Chi square, t-test, stepwise logistic regression</p>	<p>Results</p> <p>Mortality rates in high volume urban hospitals (6.1%) was significantly lower than in low volume hospitals (7.6) ($p < 0.0001$) for patients with or without myocardial infarction</p> <p>Low volume urban hospitals had significantly higher rate of CABG use (4.5%) compared to high volume hospitals (3.7%)</p> <p>No significant difference in mortality rates between high volume (6.7%) and low volume (8.2%) rural hospitals or use of CABG for patients with myocardial infarction.</p> <p>Low volume rural hospitals used CABG more often than high volume hospitals (3.3% versus 1.7%) $p = 0.002$.</p>
<p>Gilchrist 1999 (82) US</p> <p>Effect of Institutional volume and academic status on outcomes of coronary interventions</p>	<p>Design and data source: Prospective study of clinical data from the IMPACT-II trial</p> <p>Time period: 1993-94</p> <p>Study population: 4010 patients, 82 hospitals</p> <p>Outcome measured: Myocardial infarction, acute coronary bypass (ACB), repeated PTCA</p>	<p>Hospital annual volume:</p> <p>Very high volume: > 1493-3300 (n = 13) High volume: 1201-1492 (n = 7) Medium: 555-1200 (n = 30) Low volume: < 90-554 (n = 32)</p> <p>Case-mix adjustment: Age, sex, severity of illness and serious comorbidity Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: Multivariate analysis</p>	<p>Results</p> <p>Non-linear association, but high volume hospitals had lower rates of complications compared to low volume hospitals</p>

PTCA			
Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
Malenka 1999 (90) US Maine, New Hampshire, Vermont The relation between operator volume and outcomes after percutaneous coronary interventions in high volume hospitals	Procedure: PTCA Design and data source: Retrospective analysis of a clinical database from the Northern New England Cardiovascular Disease Study Group Time period: 1994-96 Study population: 15080 patients, 47 surgeons Surgeons < 5 procedures/year were excluded Outcome measured: Acute coronary bypass, myocardial infarction	Surgeon annual volume: High volume: 138-370 mean 194 (n = 16) Medium: 88-129 mean 119 (n = 16) Low volume: 22-84 mean 75 (n = 15) Case-mix adjustment: Age, sex, severity of illness and serious comorbidity Case-mix score = III Statistical methods: Logistic regression, Chi square	Results No effect of volume on mortality from PTCA for physicians working in high volume hospitals.
Lindsay 1999 (89) US, Washington Frequency of major adverse cardiac events after coronary angioplasty as an outcome measure of operator performance	Procedure: PTCA Design and data source: Analysis of a clinical database Time period: 1996 (4 months) and 1997 (1 year) Study population: 1 hospital, 37 physicians and 967 patients Outcome measured: MACE (Major Adverse Cardiac Events = in-hospital mortality, acute coronary bypass, infarction, new PTCA	Surgeon annual volume: Very high volume: > 200 (n=6) High volume: > 75-200 (n = 4) Medium: 50-74 (n = 9) Low volume: <50 (n = 18) Case-mix adjustment: Age, sex and severity of illness Case-mix score = III Statistical methods: Chi square, Fisher exact, stepwise multivariate logistic regression	Results Low volume surgeons had higher rates of MACE (15.1%) and ACB (13.8%) than high volume surgeons, MACE (10.2% and acute coronary bypass 6.8%, p=0.040).

PTCA		Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Rill 1999 (79) US (California)</p> <p>Practice of coronary angioplasty in California</p>	<p>Procedures: PTCA and Stent</p> <p>Design and data source: Retrospective analysis of data from the OSHIP database</p> <p>Time period: Comparing 1989 and 1995</p> <p>Study population: Patients: 1989: 24883 (PTCA); 1995: 37118 (PTCA); 1995: 3087 (Stent)</p> <p>Hospitals: 1989 PTCA 46 high volume 64 low volume</p> <p>1995 PTCA 79 high volume 67 low volume</p> <p>Outcome measured: In-hospital mortality</p>	<p>PTCA hospital annual volume: High volume: > 400 procedures Low volume: < 200 procedures</p> <p>Stent hospital annual volume: High volume: > 70 procedures Low volume: < 70 procedures</p> <p>Case-mix adjustment: Age, sex, severity of illness and serious comorbidity Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: Fisher exact, Two-tailed T-test, Yates correction for χ^2</p>	<p>Results</p> <p>PTCA High volume hospitals (>400 patients/year) had lower mortality (1.6% versus 2.9%) than patients treated in low volume hospitals (< 200 patients/year) $p=0.0001$</p> <p>Stent Better results (mortality and acute coronary bypass) obtained for patients treated in high volume hospitals (>75 patients/year).</p>	
<p>Ritchie 1999 (81) US</p> <p>Association between PTCA volumes and outcomes in the healthcare cost and utilization project</p>	<p>Procedure: PTCA, patients with AMI (27 %) and without AMI</p> <p>Design and data source: Retrospective analysis of data from nationwide inpatient sample from the Health Care Cost and Utilization project releases 2 and 3</p> <p>Time period: 1990-95</p> <p>Study population: 163 527 patients (44270 with AMI and 119257 without AMI), 214 hospitals Patients < 18y and patients without cardiac diagnosis code and hospitals < 5 procedures/year were excluded</p> <p>Outcome measured: In-hospital mortality, acute coronary bypass after PTCA</p>	<p>Hospital annual volume: High volume: > 400 (n = 90) Medium: 201-400 (n = 66) Low volume: < 200 (n = 58)</p> <p>Case-mix adjustment: Age, sex and severity of illness Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: Logistic regression Chi square, Univariate analysis</p>	<p>Results</p> <p>Lower mortality and lower use of acute coronary bypass in high volume hospital (> 400 procedure/year) for AMI and non AMI patients</p> <p>Mortality: 0.8 - 3.8% High volume hospital 1.0 - 4% Low volume hospital</p> <p>Acute coronary bypass after PTCA: 2.8% High volume hospital 4.0% Low volume hospital</p>	

PTCA			
Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>McGrath 1998 (87) US, New Hampshire</p> <p>Operator volume and outcomes in PTCA</p>	<p>Procedure: Elective PTCA, diagnosis: Angina pectoris</p> <p>Design and data source: Retrospective analysis of clinical journals</p> <p>Time period: 1990-93</p> <p>Study population: 12988 patients, 5 hospitals, 31 surgeons</p> <p>Outcome measured: Myocardial infarction, acute coronary bypass</p>	<p>Surgeon annual volume: High volume: 153-463 mean 238 (n = 10) Medium: 89-144 mean 102 (n = 10) Low volume: 23-85 mean 62 (n = 11)</p> <p>Case-mix adjustment: Age, sex, severity of illness and serious comorbidity Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: Chi square, univariate and multivariate analysis</p>	<p>Results Low volume physicians had lower radiological and clinical success, and higher rate of acute coronary bypass</p> <p>High volume/low volume (in %) Radiological success: 90.3 / 84.7 Clinical success: 90.7 / 85.8 ACB: 2.49 / 4.54 Myocardial infarction: 2.57 / 2.0</p> <p>No significantly variation in rate of myocardial infarction between high or low volume physicians</p>
<p>Kastrati 1998 (86) Tyskland</p> <p>Operator volume and outcome of patients undergoing coronary stent placement</p>	<p>Procedure: PTCA</p> <p>Design and data source: Retrospective analysis of a clinical database</p> <p>Time period: 1992-97</p> <p>Study population: 3409 patients, 1 hospital, 10 surgeons</p> <p>Outcome measured: In-hospital mortality, myocardial infarction, ACB within 30 days</p>	<p>Surgeon annual volume: < 80 80-168 169-198 299-483 >483</p> <p>Cut point High volume: > 483 Low volume: < 90</p> <p>Case-mix adjustment: Age, sex, severity of illness and serious comorbidity Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: Univariate and multivariate analysis multiple logistic regression, Chi Square</p>	<p>Results High volume surgeons had lower rates of complications (1.7%, all types) compared with low volume surgeons (4.6%)</p>

PTCA

Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Jollis 1997 (85) US</p> <p>Relationship between physician and hospital coronary angioplasty volume and outcome in elderly patients</p>	<p>Procedure: PTCA</p> <p>Design and data source: Retrospective analysis of Medicare national claims history files A and B</p> <p>Time period: 1992</p> <p>Study population: 97478 patients > 65 years</p> <p>Outcome measured: In-hospital mortality, acute coronary bypass</p>	<p>Hospital annual volume: Range: 1-1209 Median: 98 High volume: > 200 Medium: 100-200 Low volume: < 100</p> <p>Surgeon annual volume: Range: 1-494 Median: 13 High volume: > 50 Medium: 25-50 Low volume: < 25</p> <p>Case-mix adjustment: Age, sex, severity of illness and serious comorbidity Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: Logistic regression</p>	<p>Results Low volume surgeons had higher rates of acute coronary bypass (p < 0.001) compared to high volume surgeons and higher rates of acute coronary bypass (p < 0.001) than high volume hospitals.</p> <p>Outcome for low vs high volume hospitals: in hospital mortality: 2.9% vs 2.3% p < 0.001 30 -day mortality: 3.6 vs 2.6% p < 0.001 acute CABG: 3.9 vs 3.0 % p < 0.001</p> <p>Outcome for low vs high volume surgeons: in hospital mortality: 2.5 vs 2.4% p = 0.8 30 -day mortality: 2.9 vs 2.8% p = 0.6 acute CABG: 3.8% vs 2.6% p < 0.001</p> <p>Interaction between physician and hospital volume: High volume physicians had similar outcomes across hospital categories. Low volume physicians did not significantly improve results across hospital volume categories</p>
<p>Ellis 1997 (88) US (Cleveland)</p> <p>Relation of operator volume and experience to procedural outcome of PTCA</p>	<p>Procedure: PTCA, Diagnosis: Angina pectoris</p> <p>Design and data source: Analysis of a clinical database</p> <p>Time period: 1993-94</p> <p>Study population: 12985 patients 5 hospitals (> 1000 procedures/year)</p> <p>Outcome measured: In hospital mortality, myocardial infarction, acute coronary bypass</p>	<p>Surgeon annual volume: Range: 30-628 Mean: 163 ± 24</p> <p>< 70 procedures 70-99 100-142 143-270 >270</p> <p>Case-mix adjustment: Age, sex and severity of illness Case-mix score = II</p> <p>Statistical methods: Multiple logistic regression</p>	<p>Results Patients treated by low volume surgeons (< 70 cases per year) had more complications than patients treated by high volume surgeons (P < 0.001)</p>

PTCA			
Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Klein 1997 (91) US, Illinois</p> <p>Does low individual operator coronary interventional procedural volume correlate with worse institutional outcome</p>	<p>Procedure: PTCA, diagnosis: angina pectoris</p> <p>Design and data source: Retrospective analysis of clinical data</p> <p>Time period: 1993-95</p> <p>Study population: 1389 patients, 1 hospital, 22 surgeons</p> <p>Myocardial infarction, Acute coronary bypass, Ventricular arrhythmia</p>	<p>Surgeon annual volume: Low volume: < 15 (n = 13) High volume: 26-83 (mean 51±26) (n = 9)</p> <p>Case-mix adjustment: Age, sex, severity of illness and serious comorbidity Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: Chi square, Fisher exact test univariate analysis, Kruskal-Wallis, least square regression analysis, Spearman correlation</p>	<p>Results Surgeons with similar caseload had similar complication rates between low and high volume hospitals</p> <p>In hospital major complication rate 1.4 % (95% CI, 0.70-1.89) compared with standard outcome measures from previously published registries</p> <p>Comments Low volume surgeons were supervised by high volume surgeons</p>
<p>Hannan 1997 (83) US, New York</p> <p>Coronary angioplasty volume-outcome relationships for hospitals and cardiologists</p>	<p>Procedure: PTCA</p> <p>Design and data source: Analysis of Coronary Angioplasty reporting system of the New York state department of Health</p> <p>Time period: 1991-94</p> <p>Study population: 62670 patients, 30-31Hospitals 130-163 surgeons</p> <p>Outcome measured: In hospital mortality, need for CABG</p>	<p>Hospital annual volume: High volume: > 600 Low volume: < 600</p> <p>Surgeon annual volume: High volume: > 75 Low volume: < 75</p> <p>Case-mix adjustment: Age, sex, severity of illness and serious comorbidity Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: Stepwise logistic regression</p>	<p>Results High volume hospital had lower mortality, and high volume surgeons had lower rates of morbidity from complications than low volume hospitals and surgeons.</p> <p>Statewide mortality rate: 0.90% Statewide CABG rate: 3.43%</p> <p>Low volume hospital (< 600 annual procedures) Mortality rate: 0.96% (95% CI, 0.91-1.01) CABG-rate: 3.92% (95% CI, 3.76 -4.08)</p> <p>Low volume cardiologists (< 75 annual procedures) Mortality rate: 1.3% (95% CI, 0.91-1.17) CABG rate: 3.93% (95% CI, 3.65 - 4.24)</p>

PTCA			
Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Maynard 1999 (80) US, California</p> <p>Institutional volumes and coronary angioplasty outcomes before and after the introduction of stenting</p>	<p>Procedures: PTCA and stent</p> <p>Design and data source: Analysis of the California (OSHPD) administrative database</p> <p>Time period: 1993 and 1996</p> <p>Study population: PTCA: 122 hospitals, Stent: 120 hospitals, 35350 patients in 1993 and 43040 in 1996</p> <p>Outcome measured: In hospital mortality, need for acute coronary bypass</p>	<p>PTCA hospital annual caseload: mean: 353, max: 1232 High volume: > 400 Medium: 201-400 Low volume: < 200</p> <p>Stent hospital annual caseload: mean: 153 max: 941 High volume: > 167 Medium: 85-167 Low volume: < 85</p> <p>Case-mix adjustment: Age and sex Case-mix score = 1</p> <p>Statistical methods: Chi square, multivariate logistic regression</p>	<p>Results No association between PTCA- or stenting volume and hospital mortality The need of acute coronary bypass was lower in hospitals with high stent volume compared to hospitals with low stent volume</p>

AIDS

Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Cunningham 1999 (98) US, California</p> <p>Aim: To assess the effect of hospital experience on mortality from AIDS</p>	<p>Diagnosis and intervention: Medical treatment of AIDS</p> <p>Design and data source: Retrospective analysis of administrative database (California Hospital Discharge Data set)</p> <p>Time period: 1994</p> <p>Study population: 333 hospitals 7901 patients</p> <p>Outcome measured: In-hospital mortality</p>	<p>Hospital categories: patients:AIDS discharges/10000 discharges</p> <p>I: 2-78 II: 79-228 III: 229-367 IV: 385-3014</p> <p>Adjustment for Case-mix: Age, sex, severity of illness and serious comorbidity Case mix score = III</p> <p>Statistical method: Chi square tests, and logistic regression, controlled for clustering at hospitals</p>	<p>Adjusted mortality was significant higher in level I hospitals. Significant variation in mortality between hospital categories: Adjusted in- hospital mortality-rates:</p> <p>I: 12.4% II: 10.3% III: 6.3% IV: 7.6%</p>
<p>Laine 1998 (96) US</p> <p>Aim: To analyse the relationship of clinic experience with advanced AIDS and survival</p>	<p>Diagnosis and intervention: Medical treatment of AIDS</p> <p>Design and data source: Retrospective analysis of clinical and administrative databases (NYS Medicaid HIV/AIDS Research Database)</p> <p>Time period: 1991-92 (patients diagnosed in 89-92)</p> <p>Study population: 887 patient (women), 117 hospitals Patients excluded: survival < 3 months after AIDS diagnosis</p> <p>Outcome measured: Survival in months after AIDS diagnosis</p>	<p>Hospital annual patient volume: Cumulative number of patients up to the year of diagnosis; High volume: > 100 (n=26) Medium volume: 20-99 (n=48) Low volume: < 20 (n=43)</p> <p>Adjustment for Case-mix: Age, sex and severity of illness, (Severity index for adults with AIDS), substance abuse, comorbidity, previous treatment Case-mix score = II</p> <p>Statistical methods: Kaplan-Meier plot, logrank test, Cox regression analysis, controlled for clustering</p>	<p>Results Patients treated in high volume clinics survive longer after AIDS diagnosis than patients treated in low volume clinics</p> <p>A relationship exist between adjusted survival for patients with advanced AIDS and hospital experience with AIDS patients In 1991-92 patients from high volume clinics had an approximately 50% reduction in the relative hazards of death (0.53, 95% CI 0.35 – 0.82). Experience (volume) and survival were not significantly associated in 1989-90.</p>

Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Hogg 1998 (97) Canada</p> <p>Aim: To analyse the relationship between hospital HIV/AIDS caseload and mortality</p>	<p>Diagnosis and intervention: Medical treatment of AIDS</p> <p>Design and data source: Retrospective analysis of clinical and administrative patient databases (Canadian Centre for Health Statistics)</p> <p>Time period: March 1987 – April 1994</p> <p>Study population: 38075 patients 513 hospital</p> <p>Outcome measured: In-hospital mortality</p>	<p>Hospital annual patient volume (admissions/year): Very low: 0-1 (n=230) Low: 1-9 (n=200) Medium: 10-99 (n=68) High: >100 (n=15)</p> <p><i>Number of patients treated</i> Low volume: 621 (2%) Medium: 13011 High volume: 19792 (52%)</p> <p>Adjustment for confounders: Age, sex, severity of HIV illness (WHO clinical staging) and comorbidity Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: Nonparametric test and logistic regression</p>	<p>Results Mortality rates in high volumes hospital (>100 patients/year) are 36% lower compared to very low volume hospitals (<1 patient/year)</p> <p>Inverse relation between hospital caseload and in-hospital mortality across all hospital categories (p<0.05)</p>

Transplantation

Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Adam 2000 (102) Europe</p> <p>Aim: To investigate mortality risk factors and risk ratios in liver transplantation</p>	<p>Diagnosis and procedure: Liver transplantation. Liver failure (elective procedures)</p> <p>Design and data source: Retrospective analysis of data from European Liver Transplant Registry</p> <p>Time period: Jan 1988-Dec 1997</p> <p>Study population: 22089 patients (24782 transplantations) in 103 centers, 19 countries</p> <p>Outcome measured: Patient and graft survival within 8 years after transplantation</p>	<p>Hospital annual volume (transplantations/year): <25 (2637) >25 (14383) >90 (5069)</p> <p>Adjustment for Case-mix: Donor and recipient factors, indication, surgical procedure, retransplantation Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: Logrank test, Cox regression Children and adults analysed separately</p>	<p>Results Mortality significantly lower with higher volume of transplantations per year.</p>
<p>Edwards 1999 (99) US</p> <p>Aim: To study the Effect of procedure volume on mortality after liver transplantation</p> <p>(To study...., to analyse.. etc må gjennomføres konsekvent)</p>	<p>Diagnosis and procedure: Liver failure, liver transplantation</p> <p>Design and data source: Retrospective analysis of a clinical database (1997 report of center specific graft and patient survival rates: United Network for Organ Sharing)</p> <p>Time period: October 1987 – May 92 and June 1992 - May 94</p> <p>Study population: 6699 patients, 7363 transplant, 99 transplantation centers</p> <p>Patients excluded: Partial liver transplantation and multiorgan transplants</p> <p>Outcome measured: Mortality after one year</p>	<p>Hospital annual level of procedures: High volume: > 20 (n=52) Low volume: < 20 (n=47)</p> <p><i>Subcategory</i> Low volume hospital with or without affiliation to high volume hospitals</p> <p>5929 (6526 procedures) patients were treated at high volume hospitals 770 (837 procedures) patients were treated at low volume hospital</p> <p>Adjustment for Case-mix: Recipient characteristics (age, sex, race, previous transplantations, diagnosis, medical condition, comorbidity). Donor characteristics (Age, race). Cold ischemia time. Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: Chi-square tests and t-tests. Volume effects: Logistic regression. Survival: logrank tests</p>	<p>Results Low volume centers had significant higher mortality rates than high volume centers. This is especially remarkable for low volume centers not affiliated with high volume centers.</p>

Transplantation		Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Author and objectives</p> <p>Schurman 1999 (100) US</p> <p>Aim: Center volume effects in paediatric renal transplantation</p>	<p>Diagnosis and procedure: Renal failure, kidney transplantation (cadaver or living donor) Acute and elective procedures</p> <p>Design and data source: Retrospective analysis of clinical and administrative databases (North American Paediatric Renal Transplant Cooperative Study)</p> <p>Study population: 4715 patients transplantations (in recipients < 18 years of age) 94 104 hospitals</p> <p>Time period: 1987-1995</p> <p>Outcome measures: Organ Graft survival after 3 months and five years</p>	<p>Hospital procedures /yearstudy period: High volume: > 100 (n=11) Medium: 51-100 (n=28) Low volume: <51 (n=65)</p> <p>1479 patients, treatedtransplantations performed in high volume hospitals, 1870 treated in medium volume hospitals, 1366 patients treated in low volume hospitals.</p> <p>Adjustment for Case-mix: Recipient characteristics: age, race, prior transplantation and dialysis, transfusion history, anti-T-cell antibody induction Donor characteristics: living or cadaver, age Cold ischemia time Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: Cox regression, Chi-squared analysis</p>	<p>Results Slightly higher organ survival in high volume hospitals.</p> <p>Comments Significance of differences between low and higher volume groups depend on inclusion or exclusion of use of anti-T-cell antibodies as a variable in the proportional hazard model.</p>	
<p>Lin 1998 (101) US</p> <p>Aim: To analyse Center specific graft volume and patient survival</p>	<p>Diagnosis and procedure: Solid organ transplantations, elective procedures</p> <p>Design and data source: Retrospective analysis of clinical and administrative databases (United Network for Organ Sharing)</p> <p>Time period: Jan 88 - April 92, May 92 - April 94</p> <p>Study population: 275 transplantation centers, 92966 patients (97587 transplantations)</p> <p>Outcome measured: Mortality after one and three years Graft survival after 3 months and 1 year. Overall 3 years patient survival.</p>	<p>Hospital procedures /year: Not defined</p> <p>Adjustment for Case-mix: Age, sex, severity of illness and serious comorbidity Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: Logistic regression Actual and expected survival rates compared by Cstatistics</p>	<p>Results Most kidney, liver, and heart programs whose actual graft and patient survival was significant less than expected performed small numbers (less than the national average) of transplantations per year</p> <p>Comments Center effects were most significant within the first year after transplantation</p>	

Transplantation

Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Seiler 1997 (103) Germany</p> <p>Aim: To study the outcome after liver transplantation</p>	<p>Diagnosis and procedure: Liver failure/transplantation, Liver transplantation failure (elective procedures)</p> <p>Design and data source: Retrospective analysis of clinical records</p> <p>Time period: 1991-1996 (66 months)</p> <p>Study population: 87 patients included, 60 patients transplanted, Patients excluded that died while on waiting list</p> <p>Outcome measured: In-hospital mortality and working status</p>	<p>Hospital annual volume: Low volume center, average 12 transplantation/year</p> <p>Adjustment for Case-mix: Age, sex, severity of illness by Child-Pugh-classification and Mayo Risk Score Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: Descriptive statistics</p>	<p>Results This small transplantation centers performs equally well as large liver transplantation centers</p>
<p>Frasconi 2000 (105) Europe</p> <p>Aim: Effect of experience on outcome from bone marrow transplantation for acute myeloid leukemia</p>	<p>Diagnosis and procedure: Acute myeloid leukemia in first complete remission</p> <p>Design and data source: Retrospective analysis clinical registry (13 european bone marrow transplantation centres)</p> <p>Time period: Jan 1987-Dec 31 1995</p> <p>Study population: 456 of 522 AML patients included in analysis</p> <p>Outcome measured: 3 year leukemia free survival, relapse incidence, treatment related mortality</p>	<p>Number of patients treated in 9 years: 30-81 (median 36)</p> <p>bone marrow transplantations for all indications in the study period High volume: > 352 Low volume: >352</p> <p>Adjustment for case-mix: Age of patient and donor, sex of patient and matching with donor, disease classification, time from diagnosis to first complete remission, time from first complete remission to transplantation, prophylaxis against graft versus host disease Case-mix score = III</p>	<p>Results High volume centres have better results with regard to 3 year leukemia free survival and treatment related mortality but not relapse incidence. Authors are very guarded in their conclusions. Some unknown prognostic factor may be present.</p>

Transplantation

Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Lund 1997 (104) New Zealand</p> <p>Aim: Outcome after cardiac transplantation</p>	<p>Diagnosis and procedure: Cardiac transplantation , heart failure</p> <p>Design and data source: Retrospective analysis of clinical records</p> <p>Time period: Des. 1987 - des 1995</p> <p>Study population: 296 patients referred, 87 patients on waiting list, 62 selected for transplantation</p> <p>Outcome measured: Survival after one and three year Employment status</p>	<p>Hospital level of procedures: Low volume hospital: <10 annual procedures</p> <p>Adjustment for Case-mix: Recipient characteristics (age, medical condition and comorbidity) Donor characteristics Case-mix score = II</p> <p>Statistical methods: descriptive statistics Actuarial survival curves</p>	<p>Results No evidence of poor performance in this low volume center compared with published data from large centers</p> <p>Comments: A comparison of outcome compared to international registers Selection bias is a possibility</p>

Nyfødtmedisin

Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Horbar 1997 (106) US</p> <p>Aim: To determine whether specific characteristics of the units such as annual patient volume and the presence of paediatric residency program could account for observed differences in neonatal mortality rates among units</p>	<p>Infants with birth weight 501-1500 g</p> <p>Design and data source: Retrospective cohort study of the Vermont Oxford Network Database (voluntarily collaboration)</p> <p>Time-period: 1991 and 1992</p> <p>Study population: 7 672 very low birth weight infants in 62 neonatal intensive care units (NICU) 6 institutions with incomplete records were excluded</p> <p>Outcome: 28 days mortality, mortality rate and standardised neonatal mortality ratio (SNMR)</p>	<p>Hospital annual volume: Quartiles of (<47, 48-77, 78-113, >113) and annual admissions of VLBW infants as a continuous variable</p> <p>Case-mix adjustment: Birth weight, major birth defect, 1 min. Apgar score, gest. age, gender, race, mode of delivery, antenatal steroid treatment, small for gestational age, prenatal care, location of birth Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: Logistic regression</p>	<p>Conclusion: There was no association between annual patient volume and either mortality rate (rr 0.17) and/or SNMR (rr 0.22).</p> <p>Neither the annual volume of very low birth weight infants treated in a unit nor the presence of a pediatric residency training program was independently associated with neonatal mortality rates for very low birth weight infants.</p> <p>Authors comments: The results should be interpreted with caution for several reasons. The Vermont Oxford Network database is a voluntarily collaboration whose members may differ from non-members in many characteristics. The sample of units comprise few very small and few very large units</p>
<p>Moster 1999 (107) Norway</p> <p>Aim: To examine risk of neonatal death after low risk pregnancies in relation to size of delivery units</p>	<p>Infants born from low risk pregnancies: (defined as live born singleton infants with birth weight > 2500 g)</p> <p>Design: Retrospective cohort analysis of the Medical Birth Registry of Norway</p> <p>Time period: 1972-1995</p> <p>Study population: N=1 260 777 Exclusions: homebirths and births during transport Infants less than 1 500g</p> <p>Outcome measure: Neonatal mortality</p>	<p>Hospital annual volume: < 100 births 101-500 births 501-1000 births 1001-2000 births 2001-3000 births >3001 births</p> <p>Risk factors/confounders: Congenital malformations, Breech presentation, Transverse position, Placenta previa, Maternal age less than 18 and more than 40 years, Maternal disease before pregnancy, Four previous birth or more, Gestational age of more than 42 weeks, Hydramnios or oligohydramnios, Premature rupture of membrane Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: Logistic regression models</p>	<p>Results The neonatal death rate was lowest for maternity units with 2001-3000 annual births and steadily increased with decreasing size of the maternity unit to around twice that for units with less than 100 births a year. Institutions with more than 3000 annual deliveries had a higher rate of neonatal mortality, but analyses suggest this rate is overestimated.</p>

Intensivbehandling

Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Tilford 2000 (108) US</p> <p>Aims: To study the relationships between the volume of patients and other unit characteristics on patient outcomes in Pediatric intensive care units PICUs)</p>	<p>Procedure: intensive care in pediatrics</p> <p>Design and data source: Prospective cohort study members of the Pediatric Critical Care Study Group (voluntary participation)</p> <p>Time-period: January 1st 1993 through December 31, 1993</p> <p>Study population: 11 106 consecutive admissions in 16 pediatric intensive care units (PICU)</p> <p>Outcome measures: In hospital mortality, PRISM (Pediatric Risk of Mortality score) Length of stay</p>	<p>Hospital annual admissions Range 147 – 1378 Mean: 863</p> <p>Adjustment for Case-mix: age, surgical status, trauma status, primary and secondary diagnosis Pediatric Overall and Cerebral Performance score Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: Logistic regression, adjustment for clustering</p>	<p>Results Increase in patient volume improves mortality risk and reduces length of stay</p> <p>Mortality: A 1-standard deviation (= 341 patients) change in volume was associated with a 17% reduction in mortality.</p> <p>OR 0.95 (0.91-0.99) for a change in volume of 100 patients</p>
<p>Ward 1999 (109) US</p> <p>Aim: To study hospital experience and mortality from Systemic lupus erythematosus</p>	<p>Diagnosis: Systemisk Lupus Erythematosus</p> <p>Design and data source: Retrospective analysis of clinical and administrative database (California Hospital Discharge Database)</p> <p>Time period: 1991-94</p> <p>Study population: 9989 SLE patients: 2372 admitted for acute care, 405 admitted for acute SLE</p> <p>Outcome measured: In-hospital mortality</p>	<p>Hospital patients treated for acute SLE/year: High volume: >50 (n = 176) Low volume: < 50 (n = 229)</p> <p>Adjustment for Case-mix: Age, sex, ethnicity, comorbidity, hospital characteristics Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: Logistic regression</p>	<p>Results Hospitals experienced in treating SLE patients have lower mortality rates, this relation is strongest for patients hospitalised on emergency basis due to SLE</p>

TRAUMAS			
Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Cooper 2000 (110) US, New York</p> <p>Aim: Examine trauma mortality in high and low volume trauma centers in New York</p>	<p>Diagnosis: Trauma injuries</p> <p>Design and data source: Retrospective analysis of clinical and administrative databases (New Yorks Trauma Registry)</p> <p>Time period: 1994 and 95 (2 years)</p> <p>Study population: 18936 patients, 48 trauma centers Only patients treated in trauma centers included. Patients dead on arrival or in emergency department were excluded</p> <p>Outcome measured: In-hospital mortality</p>	<p>Hospital annual volume: High volume: > 1200 Low volume: < 1200</p> <p><i>for patients ISS 15:</i> High volume 7 240 Low volume > 240</p> <p>Adjustment for Case-mix: Age, sex, blood pressure, components of Glasgow Coma Scale (GCS), severity of illness (ICISS) Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: logistic regression observed and expected mortality compared by z-statistics</p>	<p>Results No relation between hospital volume and inpatient mortality</p> <p>Comments Tendency (not significant) to suggest that medium volume centers perform better Overloading of system?</p>
<p>Richardson 1998 (112) US</p> <p>Aim: To study the impact of trauma surgeon case volume on outcome</p>	<p>Diagnosis: Trauma injuries</p> <p>Design and data source: Retrospective analysis of clinical records</p> <p>Time period: 1995 and 1996</p> <p>Study population: 4437 patients at one level I trauma center, 1077 patients with ISS >15 14 surgeons 1995 and 13 surgeons 1996</p> <p>Outcome measured: In-hospital mortality, complications, evaluation of critical aspects of trauma management</p>	<p>Annual trauma volume per surgeon: 1995: range 18-220 1996: range 34-205</p> <p>Adjustment for Case-mix: Age, sex, trauma score (TS) and severity of illness (ISS) Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: Correlation, method not specified, descriptive statistics.</p>	<p>Results No relation between surgeon annual volume of cases and experience on outcome after trauma. Errors in key management decisions had no relation to volume or years of experience.</p>

Traumas

Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Tepas 1998 (113) US</p> <p>Aim: To study the relationship between trauma patient volume and outcome experience</p>	<p>Diagnosis: Acute paediatric trauma care</p> <p>Design and data source: Retrospective analysis of clinical and administrative database (National Pediatric Trauma Registry)</p> <p>Time period: 1990-94 (5 years)</p> <p>Study population: 30930 patients Patients excluded: ISS=75 or AIS=6 (fatal injuries)</p> <p>Outcome measured: In-hospital mortality</p>	<p>Hospital patients/5 years: High volume: > 1000 (n=12) Medium volume: 501-1000 (n=10) Low volume: < 100-500 (n=15)</p> <p>Adjustment for Case-mix: Age, sex, injury severity score (ISS), Abbreviated Injury Scale (AIS), Pediatric Trauma Score (PTS) Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: Chi-square statistics</p>	<p>Results No difference in patient injury severity (ISS-score) between the three hospital categories. Significant higher mortality in high volume hospitals.</p> <p>Comments Resource exhaustion in high volume hospital Preventable deaths did occur in no-risk group in low volume hospitals</p>
<p>Helling 1997 (111) US</p> <p>Aim: To study mortality from liver injuries in level I and level II trauma centers</p>	<p>Diagnosis: Liver injuries</p> <p>Design and data source: Retrospective analysis of a clinical database</p> <p>Time period: 1987 – 92 (6 years)</p> <p>Study population: 300 patients, 6 trauma centers (level I: 2 centers level II: 4 centers) Patients excluded: Concomitant head injuries and patients who died before computerised tomography or operation</p> <p>Outcome measured: mortality</p>	<p>Hospital patients/6 years: High volume: > 195 Low volume: < 105</p> <p>Adjustment for Case-mix: Age, sex, date of admission, vital signs prehospitally and on admission, AIS, ISS, severity of liver trauma. Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: Student t-test, Chi-square and Fisher's exact test</p>	<p>Results No difference in mortality between level I and II trauma centers</p> <p>Comments Significantly more patients with ISS>40, and more patients requiring operative treatment at level I centers</p>

Cholecystectomy			
Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Khuri 1999 (40) US</p> <p>Aim: Examination of the relation between surgical volume and outcome in eight commonly performed operations of intermediate complexity</p>	<p>Procedures: Open and laparoscopic cholecystectomy</p> <p>Design and data source: Prospective cohort study of the VHA National Surgical Improvement Program Data</p> <p>Time-period: 1991-97</p> <p>Study population: Open choleyst: 124 hospitals and 7113 patients laparoscopic choleyst. 124 hospitals and 8602 patients</p> <p>Outcome measures: 30-days mortality rates</p>	<p>Hospital annual volume: continuous variable</p> <p>Speciality volume: 13-414 for both procedures</p> <p>Procedure volume: 1-39 for open chol. and 0-44 for lap. chol</p> <p>Case-mix adjustment: Age, sex, race, emergency admission, multiple clinical data case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: Logistic regression</p>	<p>Results No relation between speciality and procedure volumes and risk-adjusted outcomes for either open or laparoscopic cholecystectomy VH population is strongly biased towards elderly male.</p> <p>Comments Surgeons in VA hospitals are often recruited from large academic hospitals</p>
<p>Buanes 1998 (114) Norway</p> <p>Aim: Analysis of the relation-ships between patient volume and complication rates for biliary surgery in Norway</p>	<p>Procedures: Open (OC) and laparoscopic (LC) cholecystectomy</p> <p>Design and data source: Prospective cohort study of the National Norwegian Cholecystec-tomy Registry (NNCR)</p> <p>Time period: April 1, 1993- December 31, 1995</p> <p>Study population: 5353 procedures: 4332 LC and 1021 OC, (442 LC converted to OC) 52 hospitals</p> <p>Exclusions: 10 patients with Bile duct injury (BD)</p> <p>Outcome measures: Death within 30 days and severe complication index (SCI) (the sum of the above two parameters)</p>	<p>Hospital annual volume: High volume: >50 Medium volume: 25-49 Low volume: > 25</p> <p>Case-mix adjustment: peri- and postoperative complications, bleeding requiring transfusion perforation of bowel, subcutaneous or intraabdominal infection, sepsis, cardiac, pulmonary or thromboembolic complications Case-mix score = III</p> <p>Statistical methods: linear regression, Wilcoxon's signed rak test, Kruskal-Wallis nonparametric analysis of variance, Chi-square tests</p>	<p>Results The median risk of BD was almost fivefold higher in hospitals that operated less than 25 patients a year as compared with those operating more than 50 patients a year. Also the Severe complication index (SCI) is reduced linearly when patient volume increases. Furthermore, when mortality was analysed as the only parameter, the same relationship with volume is found.</p> <p>No significant variation in length of stay The confounders were not explicitly included in a multiple regression model to control for and isolate the effect of hospital volume. Instead the confounders were analysed for the three hospital groups to control for differences among those groups. No differences were found.</p>

Cholesystectomy

Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Conover 1998 (115) North Carolina, US</p> <p>Aim: To study hospital credentialing for Laparoscopic cholestectomy: Is stricter better?</p>	<p>Procedure: laparoscopic cholestectomy</p> <p>Design and data source: Retrospective cohort study of the North Carolina hospital discharge database</p> <p>Time-period: July 1995 – July 1996</p> <p>Study population: 12 of 48 invited hospitals (voluntary participation)</p> <p>Outcome measures: Operative and postoperative complications (within 30 days), mortality within 30 days</p>	<p>Volume not defined</p> <p>Case-mix adjustment: Age, gender, race, weight and height, comorbidities Case-mix score = II</p> <p>Statistical methods: Multivariate analysis</p>	<p>High volume hospitals experienced approximate 30 % fewer complications. But the complication rate increased with hospital bed size. The authors conclude that they did not find a significant association of higher surgical volume with better outcomes.</p>

ERCP

Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Loperfido 1998 (116) Italy</p> <p>Aim: To evaluate the risks of complications and deaths of diagnostic and therapeutic endoscopic retrograde cholangiopancreatography (ERCP)</p>	<p>Procedures: Diagnostic and therapeutic endoscopic retrograde cholangiopancreatography (ERCPs)</p> <p>Design and data source: Prospective cohort study of 9 voluntary centers (3 in 1992 and 6 in 1993/94)</p> <p>Time-period: Febr. 1992 to febr. 1994</p> <p>Study population: 1827 therapeutic ERCP 942 diagnostic ERCP Total of 2769 patients (3356 ERCPs):</p> <p>Outcome measures: moderate/severe pancreatitis, cholangitis, hemorrhage, duodenal perforation 30 days mortality</p>	<p>Hospital annual volume: Large Centers: > 200 cases Small Centers: < 200 cases Range 45-449 cases/year</p> <p>Case-mix adjustment: Demographics, referral pattern, clinical condition, medical history, various blood tests, sedation technical procedures, endoscopic and radiologic findings Case-mix score = III</p> <p>Statistical method: Stepwise, logistic regression (Independent variables analysed in a dichotomous manner)</p>	<p>Results Major ERCP complications and related deaths occurred in inverse proportion to the activity rate of the endoscopy center. The variable of small center increased the overall complication risk of therapeutic ERCPs and specifically the risk of pancreatitis, cholangitis and bleeding.</p> <p>Therapeutic ERCP Relative Risk 2.9 (95% CI 1.965-4.279)</p> <p>Comments The better outcome in high volume centres may be associated with less frequently use of precut a technique that increase the risk of complications ERCP performed by single surgeon or team</p> <p>Large centers had more referrals and younger patients, although not significant associated with better outcome</p>

Other gastrointestinal procedures

Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Gordon 1999 (16) US</p> <p>Aim: To study the relation between provider volumes and clinical and economical outcomes from complex gastrointestinal procedures</p>	<p>Diagnosis: ICD-9 code 51.31-51.39; biliary tract anastomosis</p> <p>Design and data source: Retrospective cohort study of the Maryland Health Service Cost Review Commission Database</p> <p>Time-period: July, 1989 - June 1997</p> <p>Study population: 52 non-federal hospitals, 938 patients (39.5 % with benign and 60.3% with malignant diagnosis)</p> <p>Outcomes measured: In-hospital mortality and length of stay</p>	<p>Hospital annual level: Minimal volume: <11 (n= 39) Low volume: 11-20 (n=7) Medium volume: 21-50 (n=4), High volume: > 200 (n =1)</p> <p>(defined in design, prior analyzes; from data: no hospitals in categories 51-200; analyses on remaining 4 categories)</p> <p>Case-mix adjustment: Age, admission status, payment source, Co-morbidity (Charlsons index) Case-mix score = II</p> <p>Statistical methods: Poisson modelling</p>	<p>Results One high volume hospital had significant lower mortality rates compared to low and minimal volume hospitals. No significant difference in mortality rates between the minimal, low and medium volume hospitals.</p> <p>Adjusted mortality rate: medium: 2.0 (95% CI: 0.6 - 6.5) Low 3.0 (95% CI: 1.1 - 9.0) Minimal: 5.3 (95% CI: 2.1 -13.7)</p> <p>Minimal, low and medium volume hospitals had longer length of stay</p> <p>Comments John Hopkins is compared with all other hospitals in Maryland (1:51).</p>
<p>McKiernan 2000 (117) UK</p> <p>Aim: To establish the current frequency of Biliary Atresia in the UK, examine current referral patterns, and to find factors that influence the success of portoenterostomy</p>	<p>Procedure: Portoenterostomy</p> <p>Design and data source: Prospective cohort study of the British Paediatric Surveillance Unit</p> <p>Time-period: March 1993- Feb. 1995</p> <p>Study population: 91 children from 15 centers High volume: 2 centers and 55 patients Low volume: 13 centers and 36 patients</p> <p>Outcome measures: Liver trans-plantation, mortality, 5 year survival (total and with liver transplantation)</p>	<p>Hospital annual level: Low volume: <5 (n= 13) High volume: >5 (n=2) Volume defined by the authors</p> <p>55 patients treated in high volume and 36 patients treated in low volume hospitals</p> <p>Case-mix adjustment: age at surgery, sex, Case-mix score = I</p> <p>Statistical methods: Kaplan-Meier survival, Univariate and multiple logistic regression for risk factors</p>	<p>Results The outcome of children with biliary atresia is related to the caseload of the surgical centre. Children with biliary atresia should be managed in surgical centers of more than 5 centers annually.</p> <p>OR 2.02 (95% CI 0.86-4.73) for successful primary surgery</p> <p>5 year survival High volume 91.2% (83.9 -98.6) Low volume 75% (60.8 - 89.2)</p>

Other gastrointestinal procedures

Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Luostarinen 1999 (118) Finland</p> <p>Aim: Surgical experience and the long term results from Nissen fundoplication</p>	<p>Procedure: Open nissen fundoplication</p> <p>Design and data source: Retrospective cohort study of clinical records from Tampere University hospital</p> <p>Time-period: July, 1989 - June 1997</p> <p>Study population: 20 surgeons and 105 consecutive patients</p> <p>Outcome measured: In-hospital mortality perioperative complications Reflux symptoms</p>	<p>Surgeon volume High volume: >10 procedures (n=3) Low volume: < 10 procedures (n=7) Trainees: 1-2 procedures (n=10) Trainees were supervised by senior surgeon</p> <p>Case - mix adjustment: Age, admission status, payment source, Co-morbidity (Charlsons index) Case-mix score = II</p> <p>Statistical methods: Non parametric tests (Wilcoxon signed rank, Mann Whitney U-test, contingency table with G-squared P value</p>	<p>Results Patients treated by high volume surgeons had better improvements of reflux symptoms and healing of oesophagitis than patients treated by low volume surgeons (p= 0,04) High volume surgeons had lower rate of reoperations</p>

Thyriodea and parathyriodea

Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Sosa 1998 (119) Maryland, US</p> <p>Aim: To determine whether individual surgeon experience is associated with short term clinical outcome for patients with benign and malignant thyroid disease</p>	<p>Diagnoses and procedure: Adenoma, hyperplasia and cancer of the thyroid Thyroidectomy (n=5860)</p> <p>Design and data source: Cross-sectional study of Maryland Health Services Cost Review Commission (administrative database)</p> <p>Time-period: January 1991 - December 1996</p> <p>Study population: 52 hospitals and 658 surgeons</p> <p>Outcome measured: In-hospital complications</p>	<p>Surgeon 6 year volume: A: low volume: 1-9 procedures (1457 patients) B: 10-29 procedures (1906 patients) C: 30-100 procedures (1651 patients) D: high volume: >100 (846 patients)</p> <p>Hospitals annual volume A: low: < 100 operations B: 100-199 operations C: 200-300 operations D: high >300 operations</p> <p>Case-mix adjustment: Age, gender, race, payer status, time period, co-morbidity (Charlson index), urgency of admission, residence Case-mix score = II</p> <p>Statistical methods: Multiple linear and logistic regression</p>	<p>Results Complication rates among low volume surgeons (group A 8.6%, B 6.1% and C 6.1%) were significantly ($p<0.001$) higher than among high volume surgeons (group D 5.1%) (C.I. not given) Subanalyses of cancer patients (A 12.9%, B 8.0%, C 9.4% versus D 4.7%) showed the same trend. No correlation between hospital volume and outcome</p> <p>Authors conclusions: Individual surgeon experience is significantly associated with complication rates. When surgeons operating on more than one hospital were studied, quality was more related to surgeon volume than hospital volume</p> <p>Comments This study support the hypothesis of higher quality with higher volumes in individual surgeons, but this difference is seen only for very low volume surgeons.</p>
<p>Chen 1996 (121) Maryland, US</p> <p>Aim: To determine whether referral of patients with hyperparathyroidism to an endocrine surgery center had impact on patients outcomes</p>	<p>Diagnoses and procedure: Hyperparathyroidism, parathyroidectomy (n=1070; 901 in the non-federal hospitals and 169 in one endocrine surgery center)</p> <p>Design and data source: Retrospective study of Maryland Health Services Cost Review Commission (administrative database)</p> <p>Time-period: January 1990 - December 1994</p> <p>Study population: 43 nonfederal hospitals and one endocrine surgery center</p> <p>Outcome measured: In-hospital mortality</p>	<p>Hospitals annual volume Low volume: 1-20 operations (41 hospitals) High volume: >20 operations (3 hospitals including the endocrine surgery center)</p> <p>Number of patients operated in low and high volume hospitals not specified</p> <p>Case-mix adjustment: None = 0</p> <p>Statistical methods: not described</p>	<p>Results Low volume: 5 deaths High volume : 0 deaths</p> <p>Authors conclusions:</p>

Thyriodea and parathyriodea

Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Lamadé 1999 (120) Germany</p> <p>Aim: To analyse the effect of training in thyroid surgery on the rate of functional disturbances</p>	<p>Diagnoses and procedure: Benign goitre, thyroid resections in benign thyriodea lesions (n=617)</p> <p>Design and data source: Prospective study of a clinical database</p> <p>Time-period: not specified</p> <p>Study population: 1 hospital and 45 surgeons</p> <p>Outcome measured: Frequency of recurrent laryngeal nerve (RLN) dysfunction within one week after the operation</p>	<p>Surgeon annual volume Continuous measurement of individual surgeons volumes, volume categories not presented</p> <p>Case-mix adjustment: none = 0</p> <p>Statistical methods: Observational study without statistical testing</p>	<p>Results RLN dysfunction rate was 3% among surgeons in early training, 7.8% among surgeons having performed between 45 and 65 operations and 1% among surgeons having performed more than 170 surgeries</p> <p>Authors conclusions: RLN dysfunction rates are affected considerably by the extent of surgical experience</p> <p>Comments The methods are insufficiently described and there is no adjustment for case-mix. Hence, no conclusions can be drawn.</p>

Author and objectives	Study characteristics	Volume measure, variables controlled for and statistical methods	Results and comments
<p>Pingree 1999 (122) Utah, US</p> <p>Aim: To delineate all complication rates of cataract surgery</p>	<p>Diagnoses and procedure: Cataract, cataract surgery (n=1729)</p> <p>Design and data source: Retrospective cross-sectional study of Medical records Diagnosis:</p> <p>Time-period: July 1996-June 1997</p> <p>Study population: 1 hospitals, 19 surgeons</p> <p>Outcome measured: Intraoperative posterior capsule rupture</p>	<p>Surgeons annual volume: Low <100 High ≥100</p> <p>Number of patients operated by low and high volume surgeons not specified</p> <p>Case-mix adjustment: none = 0</p> <p>Statistical methods: Students t-test</p>	<p>Authors conclusions No significant differences in posterior capsule rupture among surgeons</p> <p>Comments No adjustment for case-mix, but the patient material was very homogenous since all complicated cases were excluded from the study</p>
<p>Witt 1998 (123) US</p> <p>Aim: To explore the concept of an operative learning curve for different surgeons with respect to palatoplasty</p>	<p>Diagnoses and procedure: Palate cleft, palatoplasty (n=472, 71 lost for follow up, study group n=401)</p> <p>Design and data source: Retrospective cohort study, of medical records</p> <p>Time-period: 1978-1990</p> <p>Study population: 1 hospital, 9 Surgeons</p> <p>Outcome measured: Frequency of secondary palatoplasty</p>	<p>Surgeons (cumulative experience): Low volume: <16 (68 patients) High volume: ≥16 (404 patients) The number of syndromic patients</p> <p>Case-mix adjustment: none = 0</p> <p>Statistical methods: Multiple logistic regression (for one single surgeon) Low-volume surgeons excluded from the analyses</p>	<p>Results No difference in the frequency of secondary palatoplasties among surgeons with different volumes One single high-volume surgeon improved with increasing experience, but this trend was not statistically significant</p> <p>Authors conclusion The influence of the surgeons cumulative experience is more important than the frequency of performing an operation Most of this paper is focused on the results of one single surgeon</p>