

Pasientvolum og kvalitet ved behandling av abdominale aortaaneurismer

Notat fra Kunnskapssenteret
Juni 2009

 kunnskapssenteret

Bakgrunn: Kunnskapssenteret fikk i april 2008 forespørsel fra Helse Sør-Øst RHF om å oppdatere Kunnskapssenterets rapport om pasientvolum og behandlingskvalitet ved hjerte- og karsykdommer fra 2007. Oppdragsgiver var særlig interessert i om det var kommet ny litteratur om betydningen av pasientvolum ved endovaskulær behandling. Vi rapporterer i dette notatet oppdatert problemstilling for behandling av abdominale aorta-aneurismer. • Vi har søkt etter nye publikasjoner for behandling av abdominale aortaaneurismer i Medline frem til august 2008. **Resultater:** I denne oppdaterte kunnskapsoppsummeringen har vi inkludert syv nye studier, seks for planlagt behandling av infrarenalt aortaaneurisme og én for behandling av thorakalt aortaaneurisme. • Samlet sett har vi da 17 studier som har analysert betydningen av sykehusvolum og/eller kirurgvolum ved planlagte inngrep for abdominale aortaaneurismer. • Åtte studier har analysert sammenhengen mellom volum og dødelighet for pasienter med rupterte aortaaneurismer. • Samlet sett viser studiene at høyt operasjonsvolum for **kirurg** gir lavere mortalitet både ved planlagt og akutt kirurgi

(fortsetter på baksiden)

Nasjonalt kunnskapssenter for helsetjenesten
Postboks 7004, St. Olavs plass
N-0130 Oslo
(+47) 23 25 50 00
www.kunnskapssenteret.no
Notat: ISBN 978-82-8121-261-9

Juni 2009

 kunnskapssenteret

(fortsettelsen fra forsiden)

ved abdominalt aortaaneurisme. Lavt kirurgvolum er i disse studiene definert som mindre enn 5–10 prosedyrer per år. • Den nye litteraturen gir større grunn til å anta at **sykehusvolum** også er av betydning for resultater ved planlagte operasjoner. Analyser fra USA og Tyskland har vist lavere dødelighet ved planlagt kirurgi for abdominale aortaaneurismer for pasienter behandlet ved sykehus med høyt pasientvolum, mens analyser fra Canada og Finland ikke fant en slik sammenheng. Det er noe ulike definisjoner av høye og lave volum, men det synes som om terskelen ligger på over 40–50 prosedyrer. To studier har analysert betydningen av sykehusvolum ved planlagt endovaskulær behandling av abdominale aorta-aneurismer. Disse viste lavere dødelighet for pasienter operert i sykehus med høyt volum. • For akuttbehandling av abdominalt aortaaneurisme synes sykehusvolum å ha liten betydning for dødelighet. Dette er vist i studier fra Finland, Canada og USA.

Tittel	Pasientvolum og behandlingskvalitet ved behandling av abdominale aortaneurismer
Institusjon	Nasjonalt kunnskapssenter for helsetjenesten
Ansvarlig	Magne Nylenna, <i>fungerende direktør</i>
Forfattere	Inger Norderhaug, Unni Krogstad, Anne Karin Lindahl, Jan Odgaard Jensen, Hanne Thürmer
ISBN	978-82-8121-261-9
Notat	Kunnskapsoppsummering
Prosjektnummer	524
Antall sider	47
Oppdragsgiver	Helse Sør-Øst RHF
Sitering	Norderhaug I, Krogstad U, Lindahl AK, Jensen JO. Pasientvolum og behandlingskvalitet ved behandling av abdominale aortaneurismer. Notat, juni 2009. Oslo: Nasjonalt kunnskapssenter for helsetjenesten, 2009.

Nasjonalt kunnskapssenter for helsetjenesten fremskaffer og formidler kunnskap om effekt av metoder, virkemidler og tiltak og om kvalitet innen alle deler av helsetjenesten. Målet er å bidra til gode beslutninger slik at brukerne får best mulig helsetjenester. Senteret er formelt et forvaltningsorgan under Helsedirektoratet, uten myndighetsfunksjoner. Kunnskapssenteret kan ikke instrueres i faglige spørsmål.

Nasjonalt kunnskapssenter for helsetjenesten
Oslo, juni 2009

Ordliste og begrepsforklaringer

Ord eller begrep	Forklaring
30 dagers dødelighet	Død innen 30 dager etter operasjon
Abdominal	Som har med buken eller bukhulen å gjøre.
Abstrakt	Sammendrag av en vitenskapelig artikkel
Aneurisme	Lokal utvidelse av en arterie eller pulsåre.
Aneurismektomi	Operativ fjerning av aneurisme.
Aortaaneurisme	En utvidelse eller utposning av hovedpulsåren som kan føre til at den sprekker.
Aterosklerose	Betegnelse på den sykelige prosessen i åreveggen som forårsaker åreforkalkning.
Elektiv behandling	Planlagt behandling, på et tidspunkt bestemt på forhånd (motsatt akutt behandling).
Endovaskulær	Inne i blodårer eller blodkar.
Infrarenal	Nedenfor nyrene.
Justere for case-mix	Korrigere for ulikheter i risiko eller morbiditet for ulike pasientgrupper. Vanligst er å korrigere for skjev sammensetning i alder, kjønn, sykdommens alvorlighetsgrad og alvorlig komorbiditet.
Komorbiditet	Samtidige sykdommer (samsykelighet). Forekomst av flere ulike sykdommer eller lidelser samtidig hos samme person.
Morbiditet	Sykelighet.
Mortalitet	Dødelighet.
Perioperativ død	Dødsfall under operasjon
Ruptur	Brist av bløtdelsorganer i kroppen.
Thorakal	Som hører til eller har med brystkassen å gjøre.

Sammendrag

Kunnskapssenteret fikk i april 2008 forespørsel fra Helse Sør-Øst RHF om å oppdatere Kunnskapssenterets rapport om pasientvolum og behandlingskvalitet ved hjerte- og karsykdommer fra 2007. Oppdragsgiver var særlig interessert i om det var kommet ny litteratur om betydningen av pasientvolum ved endovaskulær behandling. Vi rapporterer i dette notatet oppdatert problemstilling for behandling av abdominale aortaaneurismer.

Vi har søkt etter nye publikasjoner for behandling av abdominale aortaaneurismer i Medline frem til august 2008.

I denne oppdaterte kunnskapsoppsummeringen har vi inkludert syv nye studier, seks for planlagt behandling av infrarenalt aortaaneurisme og én for behandling av thorakalt aortaaneurisme. Samlet sett har vi da 17 studier som har analysert betydningen av sykehusvolum og/eller kirurgvolum ved planlagte inngrep for abdominale aortaaneurismer. Åtte studier har analysert sammenhengen mellom volum og dødelighet for pasienter med rumperte aortaaneurismer.

Samlet sett viser studiene at høyt operasjonsvolum for *kirurg* gir lavere mortalitet både ved planlagt og akutt kirurgi ved abdominalt aortaaneurisme. Lavt kirurgvolum er i disse studiene definert som mindre enn 5–10 prosedyrer per år.

Den nye litteraturen gir større grunn til å anta at *sykehusvolum* også er av betydning for resultater ved planlagte operasjoner. Analyser fra USA og Tyskland har vist lavere dødelighet ved planlagt kirurgi for abdominale aortaaneurismer for pasienter behandlet ved sykehus med høyt pasientvolum, mens analyser fra Canada og Finland ikke fant en slik sammenheng. Det er noe ulike definisjoner av høye og lave volum, men det synes som om terskelen for høye volum ligger på over 40–50 prosedyrer. To studier har analysert betydningen av sykehusvolum ved planlagt endovaskulær behandling av abdominale aortaaneurismer. Disse viste lavere dødelighet for pasienter operert i sykehus med høyt volum.

For akuttbehandling av abdominalt aortaaneurisme synes sykehusvolum å ha liten betydning for dødelighet. Dette er vist i studier fra Finland, Canada og USA.

Kommentar

Det er en overvekt av studier fra USA, og mange publikasjoner har utgangspunkt i samme database og med helt eller delvis overlappende tidsperioder. Dette kan gi det feilaktige inntrykket at omfanget av studiene er større enn det faktisk er. Vi har samlet disse dobbeltpublikasjonene slik at de vektas som én analyse.

En annen utfordring med den sterke dominansen av studier fra USA er at det er vanskelig å overføre resultatene fra disse studiene direkte til norske forhold. Volumene i de amerikanske studiene er ikke nødvendigvis reelle volum fordi databasene ikke omfatter alle pasienter. Dessuten er forhold ved amerikanske sykehus og pasienter ikke nødvendigvis direkte overførbare til norske sykehus.

Volum i norske sykehus

Data fra Norsk pasientregister viser at volumene i norske sykehus har økt i løpet av perioden 2003–2007 både for åpen og elektiv kirurgi. Median volum for åpen kirurgi var 23 inngrep per sykehus i 2003 og 40 i 2007; tilsvarende var median volum for endovaskulære prosedyrer 30 inngrep per sykehus i 2003 og 37 i 2007.

English summary

Patient volume and quality of care for the treatment of abdominal aortic aneurysm

The hospital provider for south east region in Norway asked NOKC to update our previous systematic review on patient volume and quality of care to assess new publications for abdominal aortic aneurysm. This work was undertaken as a rapid review.

We searched for publications in Medline for the period January 2006 to August 2008 that extends our previous search to cover the period back to 1990. We included studies that assessed hospital or surgeon volume and outcomes after surgery or endovascular interventions.

We included seven new studies, that adds to the previously 17 studies assessed in our 2007 report. 20 studies assessed volume-outcome relationship for elective abdominal aortic aneurysm, five studies assessed ruptured abdominal aortic aneurysms, and two assessed thoracoabdominal aortic aneurysm.

High surgeon volume was associated with lower rates of mortality for elective and acute surgery for abdominal aortic aneurysm. Low surgeon volume was defined as less than 5–10 procedures per year.

Hospital volume appears to be of importance, though this was not entirely consistent. Studies from the US and Germany reported lower rates of mortality for patients operated in high volume hospitals. But this was not found in studies from Canada and Finland. The volume thresholds varied, but high volume appeared to be in the range of 40-50 annual procedures.

The two studies that assessed mortality following thoracoabdominal aortic surgery reported lower mortality rates in high volume hospitals.

Hospital volume was not associated with mortality for ruptured abdominal aortic aneurysm.

Comment

Most studies were from the US, and quite many studies were publications from the same or overlapping databases. This may give the impression that the literature in this field is more substantial than it actually is.

The actual volume in Norwegian hospitals has increased during the period from 2003 to 2007. Median volume per hospital was 23 in 2003 and 40 in 2007 for open surgery, and 30 and 37 for endovascular procedures respectively.

Innhold

ORDLISTE OG BEGREPSFORKLARINGER	3
SAMMENDRAG	4
ENGLISH SUMMARY	6
INNHold	8
FORORD	10
INNLEDNING	11
Behandling av aortaaneurismer	11
Begrensninger i forskningsgrunnlaget	12
METODE	13
Litteratursøk	13
Inklusjonskriterier	13
Eksklusjonskriterier	14
Utvelgelse og vurdering av studier	14
Antall pasienter behandlet i Helse Sør-Øst	15
RESULTAT	16
Endovaskulær behandling	16
Abdominale aortaaneurismer - Planlagt kirurgi	17
Sykehusvolum	17
Kirurgvolum	21
Abdominale aortaaneurismer - akuttbehandling	23
Sykehusvolum	23
Kirurgvolum	24
Samlet volum av elektiv og akutt kirurgi ved abdominale aortaaneurismer	26
Thorakale aortaaneurismer	27
VOLUM I NORSKE SYKEHUS	28
Åpen kirurgi	28
Endovaskulære prosedyrer	29
Helse Sør-Øst RHF	30
Helse Vest RHF	32
Helse Midt-Norge RHF	33

Helse Nord RHF	35
Statistisk styrkeberegning	37
DISKUSJON	39
KONKLUSJON	42
VEDLEGG 1 EKSKLUDERTE STUDIER	43
REFERANSELISTE	45

Forord

Nasjonalt kunnskapssenter har på oppdrag fra Helse Sør-Øst RHF vurdert litteraturen for problemstillingen pasientvolum og kvalitet ved behandling av abdominale aortaaneurismer.

Dette notatet er utarbeidet av en intern prosjektgruppe i Kunnskapssenteret med følgende medarbeidere:

Inger Natvig Norderhaug, Anne Karin Lindahl og Hanne Thürmer

I tillegg har vi hatt nytte av kommentarer på notatet fra Lise Lund Håheim, Unni Krogstad og Signe Flottorp.

Gro Jamtvedt

Hanne Thürmer

Inger Norderhaug

Avd. direktør

Avd. dir. til 1.6.2008

Forskningsleder og prosjektleder

Innledning

Behandlingsresultater varierer både mellom sykehus og behandlere – og halvparten av alle utøvere vil nødvendigvis ha dårligere resultater enn den andre halvparten (1). Spørsmålet er i hvilken grad denne variasjonen har sammenheng med forhold knyttet til sykehus eller behandler, som for eksempel hvor mange pasienter de behandler (pasientvolum). Interessen for å studere denne sammenhengen kan spores til hypotesen om "øvelse gjør mester", det at sykehus eller leger utvikler eller opprettholder god kompetanse dersom de behandler mange pasienter. De første studiene som viste sammenheng mellom pasientvolum og kvalitet ble publisert på slutten av 1970-tallet (2). Siden den gang er det publisert et betydelig antall studier og systematiske oversikter om sammenhengen mellom pasientvolum og behandlingskvalitet (3;4).

I nasjonal helseplan er det to viktige mål for helsetjenesten: i) helsetjenesten skal tilby folk helsehjelp av god kvalitet og ii) helsehjelpen skal være rettferdig fordelt. Helseforetakene er bedt om å vurdere en helhetlig plan for organisering av dette området: "Planen må være dynamisk med utgangspunkt i at tjenestene er i stadig endring som følge av den medisinske teknologiske utviklingen, endringer i pasientvolum og kompetansebygging."

Både nasjonal strategi for kvalitet og landets geografiske forhold tilsier at det er aktuelt å følge med på den internasjonale forskningen om betydningen av pasientvolum for behandlingskvalitet.

BEHANDLING AV AORTAANEURISMER

Aortaaneurisme er en utvidelse av hovedpulsåren som kan føre til at den sprekker. Dødeligheten ved sprukket (rumpert) aneurisme er 100 % uten behandling og høy selv med behandling. Aortaaneurismer viser sjelden symptomer før de sprekker, men for pasienter med påvist aneurisme kan operasjon utføres for å forebygge dette.

Behandlingen av aortaaneurismer kan foregå ved åpen kirurgi eller endovaskulær behandling med stentgraft (en rørformet protese dekket med kunststoff). Begge metoder benyttes i Norge. To prospektive randomiserte studier har sammenlignet endovaskulær med åpen kirurgi hos pasienter som anatomisk egner seg for endovaskulær behandling. Prosedyrerelatert dø-

delighet synes å være lavere ved endovaskulær behandling, men det er usikkert om det er forskjell i dødelighet på lengre sikt (5;6)

Planlagt kirurgi av abdominale aortaaneurismer er et risikofylt inngrep og er assosiert med en dødelighet på rundt 5 %. Vanligvis opereres pasienter som har aneurismer med en diameter på over 5,5 cm, da man anser risikoen for at aneurismet kan sprekke som større enn risikoen knyttet til selve operasjonen

Det har vært reist spørsmål om behandling av abdominale aortaaneurismer krever kompetanse som opprettholdes ved at sykehus eller kirurg har et minimum årlig volum av pasienter. I USA anbefaler Leapfrog-gruppen et minimum volum for sykehus på 30 prosedyrer per år ved abdominale aortaaneurismer (www.leapfroggroup.org).

Kunnskapscenteret har vurdert problemstillingen volum–kvalitet ved abdominale aortaaneurismer tidligere (7), og er bedt om å oppdatere denne. Særlig er det aktuelt å vurdere om det foreligger nye studier av endovaskulær-behandling.

BEGRENSNINGER I FORSKNINGSGRUNNLAGET

Det er en pågående diskusjon om hvordan man best kan analysere sammenhengen mellom pasientvolum og behandlingskvalitet. Det er ingen enighet om hvordan analysene skal gjøres og hvordan resultater fra slike studier kan benyttes i beslutning om sentralisering eller desentralisering av helsetjenester. Datagrunnlaget som benyttes i mange av studiene er administrative data som er utformet for andre formål enn måling av kvalitet. Det er utviklet flere modeller for hvordan slike data kan justeres for forskjeller i pasientvariabler, men det er betydelig usikkerheter både med hensyn til kodebruk (særlig av komorbiditet) og hva som er optimal metode for risikojustering (8-10).

Kvalitet er i disse studiene karakterisert ved lavere dødelighet under sykehusopphold, bedre overlevelse eller færre komplikasjoner. Pasienter vil kunne behandles ved ett sykehus og følges opp ved et annet. Hvordan dødelighet registreres og hvilket sykehus som tilskrives dødsfallet, vil kunne variere både innen og mellom studier.

Metode

Dette notatet er en oppdatering av Kunnskapssenterets rapport om pasientvolum og behandlingskvalitet ved hjerte- og karsykdommer (7) som dekker litteratur publisert i perioden fra 1966 til og med desember 2006.

LITTERATURSØK

Vi søkte etter publiserte studier i databasene Ovid og Medline fra 2006 til august 2008 med følgende søkestrategi:

1. abdominal aortic aneurysm.mp. or exp Aortic Aneurysm, Abdominal/
2. (hospital adj3 volume)
3. (surgeon or physician) adj3 volume
4. (annual adj volume)
5. (unit adj3 volume).
6. (hospital adj3 caseload)
7. (surg\$ or physician) adj3 volume
8. (surg\$ adj experience)
9. ((surgeon or surgical or physician) adj3 (caseload or number or volume or frequency))
10. or/2-9
11. 10 and 1

I tillegg søkte vi etter publikasjoner fra følgende databaser: Nationwide inpatient sample, Medicare og administrative databaser fra California, New York og Veterans health administration. Dette er store baser over pasientopphold og pasientbehandling i USA.

INKLUSJONSKRITERIER

Populasjon:	Pasienter behandlet for abdominal aortaaneurisme
Eksposisjon:	Antall pasienter behandlet ved sykehus eller per lege/kirurg
Utfall:	Mortalitet, komplikasjoner, funksjon, livskvalitet
Språk:	Engelskspråklige artikler, artikler med engelsk sammendrag, skandinaviske artikler

EKSKLUSJONSKRITERIER

Vi ekskluderte studier som:

- ikke eksplisitt omtaler volum, men som har vurdert spesialisering eller sentralisering
- kun rapporterte data fra færre enn fem sykehus eller leger
- sammenlignet egne data med publiserte data
- helt eller delvis har beregnede volumverdier
- bare rapporterer ikke-kliniske endepunkt som for eksempel prosessmål

UTVELGELSE OG VURDERING AV STUDIER

Flere personer har vært med å velge ut studier i ulike perioder for dette arbeidet.

Perioden 1966–2001: Hans Olav Myhre og Lars Vatten

Perioden 2001–2004: Inger Norderhaug og Odd Søreide.

Perioden 2004–2006: Inger Norderhaug og Unni Krogstad

Perioden 2007–2008: Inger Norderhaug, Hanne Thürmer og Anne Karin Lindahl

Vi bestilte artikler for vurdering av fulltekst dersom abstraktet inneholdt beskrivelse av volum på sykehus eller legnivå, eller beskrev analyse av kvalitet i flere sykehus eller for flere leger.

De inkluderte artiklene er vurdert av Hans Olav Myhre, Inger Norderhaug, Unni Krogstad, Hanne Thürmer og Anne Karin Lindahl

I tråd med rapportene som dette arbeidet bygger på, har vi lagt vekt på følgende ved vurdering av kvalitet på de inkluderte studiene:

- Om det er justert for risikofaktorer: Case-mix
- Om informasjonen kommer fra administrative data eller kliniske registre

Risikojustering

Kriterier for vurdering av studiekvalitet:

Case mix	Faktorer justert for
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

ANTALL PASIENTER BEHANDLET I HELSE SØR-ØST

Vi har ikke oppdaterte tall på volum av abdominal aortaaneurisme-kirurgi, men gjengir data fra 2007-rapporten. Her ble data om abdominale aortaaneurismer innhentet med følgende kombinasjon av prosedyrekode og diagnosekoder:

Prosedyrekode	Diagnosekoder	
PDG10	I71.3,4,8,9	
PDG20	I71.3,4,8,9	I72.3
PDG21	I71.3,4,8,9	I72.3
PDG22	I71.3,4,8,9	I72.3
PDG23	I71.3,4,8,9	I72.3
PDG24	I71.3,4,8,9	I72.3
PDS10	I71.3,4,8,9	I70.0

I71.3 Abdominale aortaaneurismer med ruptur

I71.4 Abdominale aortaaneurismer uten opplysning om ruptur

I71.8 Aortaaneurisme med uspesifisert lokalisasjon, med ruptur

I71.9 Aortaaneurisme med uspesifisert lokalisasjon, uten opplysning om ruptur

I72.3 Aneurismer i arteria iliaca

I 70.2 Aterosklerose i arterie i ekstremitet

I70.0 Aterosklerose i aorta

Dataene fra Norsk pasientregister (NPR) var mer usikre for endovaskulær behandling av abdominale aortaaneurismer (prosedyrekoden PDQ), og vi har derfor ikke benyttet disse dataene.

Resultat

Dette er en oppdatering av Kunnskapscenterets rapport fra 2007 på hjerte–kar-området. Litteratursøket ga 1346 treff, hvorav 78 artikler ble vurdert i fulltekst og to relevante artikler inkludert i denne oppdateringen.

Samlet sett har vi inkludert 25 publikasjoner om volum–kvalitet ved behandling av abdominale aortaaneurismer i denne kunnskapsoppsummeringen. 22 studier analyserte betydningen av sykehusets volum for utfall etter operasjon for abdominale eller thorakale aortaaneurismer, og 11 publikasjoner analyserte betydningen av kirurgens volum. To studier har analysert volum–kvalitet ved endovaskulær behandling av intakte aortaaneurismer (tabell 1), 18 studier omhandlet planlagt åpen kirurgi ved aortaaneurismer (tabell 2, 3 og 4), 6 studier omhandlet rumperte aortaaneurismer (tabell 5 og 6), og 4 publikasjoner har ikke skilt mellom elektive og akutte behandlinger i analysene (tabell 7). Disse studiene omhandlet pasienter med infrarenalt abdominalt aortaaneurisme (utvidelse av pulsåren i magen nedenfor nyrearterien). To publikasjoner omhandlet thorakale eller thorakoabdominale aneurismer (tabell 7).

ENDOVASKULÆR BEHANDLING

Flere studier har analyser av betydningen av volum for åpen og endovaskulær behandling, men kun to studier har separate analyser for dette (tabell 1).

Bush og medarbeidere analyserte volum–kvalitet-sammenheng ved planlagt åpen eller endovaskulær behandling av abdominale aortaaneurismer (11). Sykehusene var kategorisert som høy- eller lavvolum, med terskel på 10 endovaskulære prosedyrer per år. 30 dagers dødelighet var 3,1 % for endovaskulær behandling og 5,6 % for åpen. Resultatet viste at pasienter behandlet i lavvolumsykehus hadde økt dødelighet innen 30 dager, sammenlignet med høyvolum sykehus (OR 1,89; 95 % KI, 1,19 - 2,98, $p=0,006$), uavhengig av operasjonstype. Det var ingen signifikant forskjell i dødelighet etter ett år eller komplikasjonsrater mellom høy- og lavvolumsykehus ($p=0,17$).

I en analyse av data fra Medicare i USA var dødeligheten høyere for åpen kirurgi (6,8 %) enn for endovaskulær behandling (2,5 %). Sykehusvolum var signifikant assosiert med dødelighet for begge behandlinger. For endovaskulær behandling var OR 1,68 (95 % KI 1,32–2,22)

for lavt versus høyt volum (12). Det var samme klassifisering av sykehusvolum for åpen og endovaskulær behandling. Lavt volum var definert som mindre enn 41 og høyt volum som mer enn 155 inngrep per år.

Tabell 1: Betydningen av sykehusvolum ved endovaskulær behandling av abdominale aortaaneurismer

Studie	Kilde	Populasjon	Volum	Resultat	Case-mix
Bush 2006 (13)	VA-sykehus 2001–2003	717eAAA*	Sykehus < 10	Høyere 30 -dagersdødelighet i lavvolumsykehus OR 1,89 (95 % KI 1,19-2,98, p=0,006)	III
Dimic 2008 (12)	Medicare 2001–2003	26750 eAAA*	Sykehus: <41 - >155	Høyere dødelighet for pasienter behandlet i lavvolumsykehus OR 1,68 (1,32-2,22).	II

*) eAAA = elektive abdominale aortaaneurismer,

ABDOMINALE AORTAANEURISMER - PLANLAGT KIRURGI

20 studier har analysert betydningen av sykehusvolum og/eller kirurgvolum ved planlagte inngrep for abdominale aortaaneurismer.

Sykehusvolum

Fem publikasjoner har analysert sammenheng mellom volum og dødelighet med utgangspunkt i data fra kliniske registre (tabell 2) og 10 studier har brukt data fra administrative databaser (tabell 3). Flere publikasjoner har benyttet samme datakilde for samme tidsperiode, disse er vurdert samlet som én analyse.

Resultatene fra disse studiene er ikke entydige. Analyser fra USA og Tyskland viste at høyt sykehusvolum var assosiert med lavere dødelighet ved planlagt kirurgi for abdominale aortaaneurismer. Analyser fra Canada og Finland fant ingen betydning av sykehusvolum ved planlagt kirurgi for abdominalt aortaaneurisme. Selv om resultatene fra disse studiene ikke er entydige, er det en overvekt av studier som har funnet at sykehusvolum kan ha betydning for dødelighet ved planlagt behandling av abdominale aortaaneurismer.

Definisjonen av lavt sykehusvolum varierer fra under 9 til 28 inngrep per år, og definisjonen av høyt sykehusvolum fra over 30 til over 79 inngrep per år (tabell 2 og 3). En studie har definert lavvolum som under 40 og høyvolum som over 110 til over 164 prosedyrer per år (14).

Analysér av data fra kliniske registre

Fem studier har analysert sammenhengen mellom sykehusvolum og dødelighet med utgangspunkt i kliniske data. Én studie er fra et frivillig tysk karregister (15), én fra det finske karregisteret (16). To publikasjoner har analysert data fra et prospektivt kvalitetsregister i regi av "Veteran Affairs national surgical quality improvement program" (11;17). En studie analyserte data fra en frivillig sammenslutning av universitetssykehus (13).

Ekstein og medarbeidere analyserte data fra et prospektivt kvalitetsregister i regi av den tyske karkirurgiske forening(15). Studien omfattet 10163 pasienter som gjennomgikk planlagt åpen kirurgi for abdominale aortaaneurismer i perioden 1999–2004. Dødelighet under operasjon varierte fra 2,6 % til 5,2 % (justert) for høy- og lavvolumsykehus. I justerte analyser var risiko for perioperativ død 1,9 ganger høyere i lavvolumsykehus enn i høyvolumsykehus (OR 1,90 95 % KI 1,12-3,22). Lavvolum var definert som <10 prosedyrer per år og høyvolum som over 50. Når volum var analysert som kontinuerlig variabel var det svak sammenheng med perioperativ død (OR 1,003 (95% KI 1-1,006). Det var ingen sammenheng mellom sykehusvolum og komplikasjoner.

Kantonen og medarbeidere analyserte data fra det finske karregisteret for perioden 1991–1994 og fant ingen sammenheng mellom sykehusvolum og 30 dagers dødelighet (16).

Publikasjonene fra kvalitetsregistre for Veteran affairs sykehus i USA omfatter data for perioden 1991–97 (17) og 2001–2003 (11). Bush og medarbeidere analyserte volum–kvalitetssammenheng ved planlagt åpen eller endovaskulær behandling av abdominale aortaaneurismer (11). Sykehusene var kategorisert som høy- eller lavvolum, med terskel på 10 endovaskulære prosedyrer per år. 30 dagers dødelighet var 3,1 % for endovaskulær behandling og 5,6 % for åpen. Resultatet viste at pasienter behandlet i lavvolumsykehus hadde økt risiko for 30 dagers dødelighet (OR 1,89; 95 % KI, 1,19 - 2,98, $p=0,006$), uavhengig av operasjonstype. Det var ingen signifikant forskjell i 1 års dødelighet eller komplikasjonsrater for høy- og lavvolum sykehus ($p=0,17$). Khuri og medarbeidere analyserte data for planlagte operasjoner for perioden 1991–97, sykehusvolum ble analysert som kontinuerlig variabel og varierte fra 0 til 32 operasjoner per år, gjennomsnitt 6,9. Analysene viste ingen sammenheng mellom sykehusvolum og 30 dagers dødelighet (17).

En studie analyserte data fra en frivillig sammenslutning av universitetssykehus i USA for perioden 1999–2000 (13). Lavvolumsykehus var klassifisert som mindre enn 15 prosedyrer per år og høyvolum som over 45 prosedyrer. Analysene viste at pasienter behandlet i lavvolumsykehus hadde økt risiko for død under sykehusoppholdet enten volum var analysert som kategorisk, dikotom eller kontinuerlig variabel. Samlet sett var sykehusdødeligheten for alle sykehus 9,9 %, og pasienter behandlet i lavvolumsykehus (under 15 prosedyrer per år) hadde økt risiko for død (OR 1,67; 95 % KI 1,32-2,11, $p< 0,0001$) sammenlignet med sykehus med

over 45 prosedyrer per år. Analysene ble også utført for en volumterskel på 30 prosedyrer per år. Pasienter behandlet i sykehus med mindre enn 30 prosedyrer per år hadde økt risiko for død (OR 1,26 95 % KI 1,04-1,53, p=0,02). Ved analyse av volum som kontinuerlig variabel viste resultatene en OR på 1,01 (95 % KI 1,00-1,02, p=0.03) for hver økning i volum på 10 prosedyrer per år.

Tabell 2: Betydningen av sykehusvolum ved elektiv behandling av abdominale aortaaneurismer: studier som har analysert kliniske databaser

Studie	Kilde	Populasjon	Volum	Resultat	Case-mix
Eckstein 2007 (15)	Tysk kvalitetsregister	14667eAAA*	<9->50	Svak, men signifikant sammenheng mellom volum og dødelighet	III
Bush 2006 (13)	VA-sykehus 2001–2003	eAAA* 717 endovask. 1187 åpen	Sykehus < 10	Høyere 30-dagersdødelighet i lavvolumsykehus OR 1,89 (95% KI 1,19-2,98) p=0,006	III
Christi-an 2003 (13)	UHC-database 1999–2000	9869 eAAA* 99 sykehus	Sykehus: <15->45	Høyere risiko for død i lavvolumsykehus OR 1,26 (95% KI 1,04-1,53) Mortalitetsrate 9,9 %	III
Kantonen 1997 (16)	Finland 1991–94	3 sykehus, 13 kirurger, 919 eAAA*	Sykehus: 15 eAAA*	Ingen sammenheng mellom sykehusvolum og mortalitet Lavere dødelighet for høyvolumkirurger.	III
Khuri 1999 (17)	VA-sykehus 1991–97	107 sykehus 3767 eAAA*	Sykehus: 0–32	Sykehus: Ingen sammenheng mellom volum og 30 dagers dødelighet	III

eAAA = elektive abdominale aortaaneurismer, Odds Ratio (OR) er vist med 95 % konfidensintervall i parentes

Analyser av data fra administrative databaser

Ti studier analyserte betydningen av sykehusvolum for dødelighet eller komplikasjoner etter behandling av aortaaneurismer med utgangspunkt i analyse av data fra administrative databaser (tabell 3). I disse publikasjonene er det betydelig overlappende datagrunnlag. Vi har derfor slått sammen analysene som dekker samme database for samme tidsperiode. Publikasjonene utgjør da fire analyser; data fra Ontario Canada for perioden 1992–2001 (18) , fra Medicare-databasen for perioden 1994–99 og 2001–2003 (12;14;19;20), fra Nationwide inpatient sample (NIS) for perioden 1996–97 og 2002–03 (21-24) og California 2001–05 (25) .

Analysen fra den kanadiske databasen fant ingen sammenheng mellom sykehusvolum og død etter 30 dager eller ett år (18). I denne studien var 30 dagers dødelighet for elektive opera-

sjoner 4,5 %. Volum var analysert som kontinuerlig variabel, og median årlig volum var 37 operasjoner per år.

De amerikanske studiene konkluderte alle med at pasienter behandlet i lavvolumsykehus hadde høyere risiko for å dø. Lavvolumsykehus var i de fleste studiene definert som under 18 til under 41 prosedyrer per år (tabell 2), mens høyvolumsykehus var over 30 til over 155 prosedyrer per år. I Medicare-databasen varierte 30 dagers dødelighet fra 4,4 % i høyvolumsykehus til 7,8 % i lavvolumsykehus. Volum var assosiert med dødelighet både ved analyse av volum som kontinuerlig variabel (14) og ved analyse av volum i kategorier (OR for høyvolum versus lavvolum var 0,58; 95 % KI 0,53–0,65). Tilsvarende resultater er rapportert i analysene fra NIS-databasen (21-23). I analyse fra NIS-databasen var dødelighet under sykehusoppholdet 3 % for perioden 2002–2003, og signifikant høyere for pasienter behandlet i lavvolumsykehus (OR 1,27 (95 % KI 1,07–1,50), $p < 0,01$) (21).

Tabell 3: Betydningen av sykehusvolum ved elektiv behandling av abdominale aortaaneurismer: studier som har analysert administrative databaser

Studie	Kilde	Populasjon	Volum	Resultat	Case-mix
<i>Studier fra Canada</i>					
Dueck 2004 (18)	Ontario Canada 1992–2001	13701 eAAA*	Sykehus og kirurg: kontinuerlig volum-analyse	Ingen effekt av sykehusvolum	II
<i>Studier fra USA</i>					
Alla-reddy 2007 (21)	NIS USA 2000–2003	35104 eAAA*	Sykehus-terskel: 50	Høyere dødelighet for pasienter behandlet i lavvolumsykehus: OR 1,27 (1,07–1,50)	II
Birk-meyer 2003 (19)	Medicare USA 1998–99	6276 kirurger 39794 eAAA*	Sykehus: <28– >61	Høyere dødelighet for pasienter behandlet i lavvolumsykehus: OR 1,40 (1,23–1,59)	II
Birk-meyer 2002 (14)	Medicare USA 1994–99	2990 sykehus, 479269 eAAA*	Sykehus: <17 >79	Lavere risiko for død i høyvolumsykehus (4,5 %) vs lavvolumsykehus (7,8 %): OR 0,58 (0,53–0,65)	II
Brooke 2008	California	140 sykehus 8570 åpne	Sykehus-terskel:	Lavere mortalitet i høyvolumsykehus	

(25)	2001–05	4323 endo- vaskulær	50		
Dimic 2008 (12)	Medicare 2001–03	54302 eAAA*	Sykehus: <41 –>155	Høyere dødelighet for pasienter behandlet i lavvolumsykehus: OR 1,52 (1,33–1,73)	
Dimic 2003 (22)	NIS USA 1997	536 sykehus 3073 eAAA*	Sykehus- terskel: 35	Lavere risiko for død for pasienter behandlet i høyvolumsykehus: OR 0,70 (0,49–0,98)	II
Dimic 2002 (23)	NIS USA 1996-97	536 sykehus 12306 AAA	Sykehus- terskel: 30	Høyere dødelighet i lavvolum- sykehus: OR 1,71 (1,37–2,14)	
Good- ney 2001 (20)	Medicare USA 1994–99	54776 eAAA*	Sykehus: <17– >79	Høyere mortalitet for pasienter behandlet i lavvolumsykehus: RR 0,51 (0,49-0,53) for lavrisiko- pasienter, RR 0,54 (0,52–0,56) for høyrisikopasienter	II
Hill 2008 (24)	NIS 1998– 2004	46901 eAAA* Åpen og en- dovaskulær	Sykehus: <18–>50	Lavere mortalitet for pasienter behandlet i medium og høy- volumsykehus: RR 0,6(0,5–0,7)	II

*) eAAA = elektive abdominale aortaaneurismer, Odds Ratio (ORS) er vist med 95 % konfidensintervall i parentes

Kirurgvolum

Fem studier har analysert betydningen av kirurgens volum ved planlagt behandling av abdominale aortaaneurismer (tabell 4). Det er et entydig funn i disse studiene at kirurgens pasientvolum har betydning for dødeligheten etter planlagt kirurgi ved abdominal aortaaneurisme. Mortalitetsratene varierte fra i underkant av 4 % (høyvolum) til 6–7 % (lavvolum) (tabell 4).

Definisjonen av volum varierte noe i disse analysene. Lavt volum var definert som under 5 til under 15 prosedyrer per år, og høyt volum som over 10 til over 24 prosedyrer per år (tabell 3 og 4). En studie analyserte volum som kontinuerlig variabel og fant ingen reduksjon i dødelighet over en terskel på 20–30 pasienter per kirurg per år.

Analysene fra det finske kar-registeret viste at dødelighet etter operasjoner ved elektive inngrep hadde sammenheng med kirurgens operasjonsvolum (16). I denne studien ble det også vist at kirurgens samlede volum av vaskulære prosedyrer var av betydning for dødeligheten.

To publikasjoner har utgangspunkt i data fra Ontario, Canada (26;27). Resultatene fra disse analysene viste stor variasjon i dødelighet og at pasienter behandlet av lavvolumkirurger hadde høyere dødelighet enn pasienter behandlet av høyvolumkirurger. 30 dagers dødelighet var 3,6 % for pasienter behandlet av høyvolumkirurger og 7,1 % for lavvolumkirurger (ujustert), OR justert 1,83 (95 % KI; 1,01-3,32, p=0,045) (27). Det var ingen reduksjon i dødelighet over en terskel på 20–30 pasienter per kirurg per år (26).

Tilsvarende viste også analysene med utgangspunkt i administrative data fra USA at pasienter behandlet av lavvolumkirurger hadde høyere 30 dagers dødelighet enn pasienter behandlet av høyvolumkirurger (19;22). Birkmeyer og medarbeidere fant at dødeligheten ved lavvolumsykehus var 6,2 % og ved høyvolumsykehus 3,9 % (justerte rater) (19). I denne studien ble det også vist at kirurgens volum bidro til å forklare over 50 % av variasjonen i mortalitet mellom sykehus.

Tabell 4: Betydningen av kirurgvolum ved elektiv behandling av abdominale aortaaneurismer: studier som har analysert kliniske databaser

Studie	Kilde	Populasjon	Volum	Resultat	Case-mix
<i>Studier fra kliniske databaser</i>					
Kantonen 1997 (16)	Finland 1991–94	3 sykehus, 13 kirurger, 919 eAAA*	Sykehus-terstel: 15 eAAA	Lavere mortalitet for pasienter behandlet av høyvolumkirurger.	III
<i>Studier fra administrative databaser</i>					
Dueck 2004 (26)	Ontario Canada 1993–99	10688 eAAA*	Kirurg-terstel: 24 eAAA / år	Lavere mortalitet for pasienter behandlet av kirurger med over 20-30 prosedyrer per år	II
Tu 2001 (27)	Ontario Canada 1992–96	130 kirurger 5878 eAAA*	Kirurg: <5-> 13	Lavere mortalitet for pasienter behandlet av kirurger med >5 prosedyrer per år (3,6 % vs 7,1 %) OR 1.83 (1.01-3.32)	II
Birkmeyer 2003 (19)	Medicare USA 1998–99	6276 kirurger 39794 eAAA*	Kirurg: <8->18	Høyere mortalitet for pasienter behandlet av lavvolumkirurger (6,2 %) versus høyvolumkirurger (3,9 %) OR 1,65 (1,46-1,86)	II
Dimic 2003 (22)	NIS USA 1997	536 sykehus 3073 eAAA*	Kirurg-terstel: 10	Lavere mortalitet for pasienter behandlet av høyvolumkirurger OR 0,60 (0,40-0,88)	II

*) eAAA= elektive abdominale aortaaneurismer, Odds Ratio (OR) er vist med 95 % konfidensintervall i parentes

ABDOMINALE AORTAANEURISMER - AKUTTBEHANDLING

Fem studier har analysert sammenhengen mellom volum og dødelighet for pasienter med sprukket aortaaneurismer (tabell 5). Én studie er fra det finske karregisteret (28) og én fra Ontario Canada (18). To studier er fra USA, én med analyse av nasjonale sykehusdata fra NIS-databasen (23) og én med data fra Maryland (29).

Resultatene fra disse studiene viser lavere dødelighet for pasienter behandlet av kirurger med høyt operasjonsvolum. Sykehusets pasientvolum synes ikke å ha betydning ved sprukken aortaaneurisme.

Sykehusvolum

Alle fem studier analyserte betydningen av sykehusvolum ved behandling av sprukken aortaaneurisme (tabell 5). Fire av studiene fant ingen sammenheng mellom sykehusvolum og dødelighet for rumperte aortaaneurismer (18;28;29). I studien fra den kanadiske databasen var volum analysert som kontinuerlig variabel, og median årlig volum var 10 rumperte aortaaneurismer. 30 dagers dødelighet var 41 %, og det var ingen sammenheng mellom sykehusvolum og død etter 30 dager eller ett år (18). Analysene fra den amerikanske NIS-databasen konkluderte med volum–kvalitet-sammenheng for rumperte aortaaneurismer. Pasienter behandlet i lavvolumsykehus (under 30 prosedyrer per år) hadde økt risiko for død, OR 1,43 (95% KI-1,15-1,78) (23). 30-dagers dødelighet var 47 % for pasienter med rumperte aortaaneurismer.

Sykehusvolumene varierer, men er analysert som terskel eller gjennomsnitt på 10–30 prosedyrer per år.

Tabell 5: Betydningen av sykehusvolum ved akutt behandling av sprukken abdominal aortaaneurisme (rAAA)

Studie	Kilde	Populasjon	Volum	Resultat	Case-mix
Kantonen 1999 (28)	Finland 1991–94	18 sykehus 454 rAAA	Sykehus: 1–80	Ingen sammenheng mellom sykehusvolum og mortalitet	III
Kantonen 1997 (16)	Finland 1991–94	3 sykehus, 13 kirurger, 610 akutte AAA	Sykehus- terskel: 10 rAAA	Ingen sammenheng mellom sykehusvolum og mortalitet	III

Studie	Kilde	Populasjon	Volum	Resultat	Case-mix
Dueck 2004 (18)	Ontario 1992–2001	2601 rAAA	Kontinuerlig volum- analyse Sykehus Gj.snitt 10.3 ± 7.7 (SD)	Ingen sammenheng mellom sykehusvolum og mortalitet	II
Dardik 1998 (29)	Maryland 1990–95	46 sykehus 2226 kirurger, 527 rAAA	Sykehus: < 2 ->4	Ingen sammenheng mellom sykehusvolum og mortalitet	II
Dimic 2002 (23)	NIS 1996–97	536 sykehus 12306 eAAA og rAAA	Sykehus- terskel: 30	Høyere dødelighet for pasienter behandlet i lavvolumsykehus OR 1,43 (1,15-1,78)	II

Kirurgvolum

Fem studier har analysert betydningen av kirurgvolum ved behandling av rumperte aortaaneurismer, hvorav to publikasjoner har samme datagrunnlag. Alle studiene rapporterer lavere dødelighet for pasienter behandlet av høyvolumkirurger (tabell 6)

Definisjon av lavt kirurgvolum varierer, og er ikke direkte overførbart på tvers av studiene. En studie analyserte betydningen av elektivt volum, med en terskel på 20 elektive operasjoner per år for dødelighet ved sprukken aortaaneurisme (30).

I analysene fra Ontario, Canada, var dødelighet for pasienter behandlet av høyvolumkirurger $36 \pm 5\%$ sammenlignet med $51 \pm 3\%$ for pasienter behandlet av lavvolumkirurger, $p=0,05$. Terskel for høyvolum var 5 prosedyrer i året (26).

Tabell 6: Betydningen av kirurgvolum ved akutt behandling av sprukken abdominal aortaaneurisme (rAAA)

Studie	Kilde	Populasjon	Volum	Resultat	Case-mix
Cho 2008 (30)	Pittsburgh USA 2001–07	1 sykehus 14 kirurger	Terskel: 20	Lavere mortalitet for pasienter behandlet av høyvolumkirurger OR 0,28 (0,09-0,84)	
Kantonen 1997 (16)	Finland 1991–94	3 sykehus, 13 kirurger, 610 akutte AAA	Sykehus- terskel: 10 rAAA	Lavere mortalitet for pasienter behandlet av høyvolumkirurger.	III
Dueck 2004 (18)	Ontario 1992–2001	2601 rAAA	Kirurg: gj.snitt 5–7 per år	Lavere 30-dagers dødelighet for pasienter operert av høyvolumkirurger HR 0,87 (0.91-0.94).	II
Dueck 2004 (26)	Ontario Canada 1993–99	2280 rAAA	Kirurg- terskel: 5 rAAA / år	Lavere mortalitet for pasienter behandlet av høyvolum kirurger (over 6-10 operasjoner per år).	II
Dardik 1998 (29)	Maryland 1990–95	46 sykehus 2226 kirurger, 527 rAAA	Kirurg: 0,2–>2	Lavere dødelighet for pasienter behandlet av høyvolumkirurger 36 ± 5% versus lavvolumkirurger 51 ± 3%, p=0,05	II

SAMLET VOLUM AV ELEKTIV OG AKUTT KIRURGI VED ABDOMINALE AORTAANEURISMER

Fire studier har analysert betydningen av det samlede volumet av elektiv og akutt kirurgi ved abdominale aortaaneurismer (tabell 7). Tre studier analyserte data fra Maryland i USA for ett og samme tidsrom, og de vurderes her samlet som én studie. Resultatene fra denne analysen var at pasienter behandlet i lavvolumsykehus hadde høyere risiko for død sammenlignet med pasienter behandlet i høyvolumsykehus. Én studie analyserte data fra den amerikanske NIS-databasen og fant lavere risiko for komplikasjoner for pasienter operert i høyvolumsykehus.

Tabell 7: Betydningen av samlet volum av elektiv og akutt kirurgi ved abdominale aortaaneurismer

Studie	Kilde	Populasjon	Volum	Resultat	Case-mix
Dimic 2003 (31)	NIS 1996–97	11863 eAAA og rAAA	Sykehus- terskel: 30	Lavere risiko for komplikasjoner i høyvolum sykehus OR 0,67 (0,59-0,76).	II
Dimic 2004 (32)	Maryland 1994–96	1987 eAAA og rAAA 45 sykehus	Sykehus: <20–> 36	Høyere dødelighet for pasienter > 65 år operert i lavvolumsykehus: OR 0,57 (0,37-0,86, p= 0.,008), men ikke for pasienter under 65 år OR 1,3 (0,4-4,3)	II
Dimic 2002 (33)	Maryland 1994–96	52 sykehus 2987 eAAA og rAAA	Sykehus: <20–>36	Lavere dødelighet og komplikasjoner for pasienter behandlet i høyvolumsykehus RR 0,63 (0.42-0.92) for død	II
Pronovost 1999 (34)	Maryland 1994–96	39 sykehus 2987 eAAA og rAAA	Sykehus-/ kirurg- terskel: 36/ 8	Høyere dødelighet i lavvolumsykehus OR 1,7 (1,3–2,3) p < 0,05 Kirurg: ingen effekt	II

THORAKALE AORTAANEURISMER

To studier har analysert betydningen av volum ved operasjoner for thorakale aortaaneurismer (tabell 8). Begge studier har benyttet data fra NIS-databasen og har delvis overlappende tidsperiode. Dødelighet i forbindelse med inngrepet er høy og er i disse studiene over 20 %. Resultatene fra disse to publikasjonene er ikke sammenfallende, til tross for delvis overlappende datagrunnlag.

Knipp og medarbeidere analyserte pasienter med thorakale aortaaneurismer (type A disseksjon av aorta) behandlet i perioden 1995–2003. Høyvolumsykehus hadde i gjennomsnitt 2,5 pasienter per år og lavvolum mindre enn 1 pasient per år. Høyvolumsykehus hadde lavere mortalitet enn lavvolumsykehus i ujusterte analyser (25 % vs 34 %), men denne sammenhengen var ikke til stede i multivariate analyser.

Cowan og medarbeidere analyserte betydningen av sykehusvolum ved behandling av thorakoabdominale aneurismer (35). Pasienter med thorakale aneurismer var ekskludert fra analysene. Lavt sykehusvolum var definert som median 1 operasjon per år, middels høyt volum var median 4 mens høyt volum var median 12 operasjoner per år. I denne studien var det høyere dødelighet for pasienter behandlet i lavvolumsykehus OR 2,2 (95 % KI 1,6-3,1) og av lavvolumkirurger OR 2,6 (95 % KI 1,7-4,1). Høyvolumsykehus behandlet flere hvite pasienter (78 %) sammenlignet med lavvolumsykehus (57 %), $p>0.022$.

Tilsvarende rapporterte denne studien at kirurgvolum har betydning for dødelighet også ved behandling av intakte thorakoabdominale aneurismer. Dødeligheten ved dette inngrepet er høy, 22,3 %, og forskjellen mellom kirurger med lavt og høyt volum kirurger viste en OR på 2,6 (95 % KI, 1,7-4,1) (36). I denne studien definerte man lavt volum for kirurger som median 1 operasjon per år mens høyt volum var definert som median 7 operasjoner per år.

Tabell 8: Betydningen av sykehusvolum ved akutt behandling av thorakale aortaaneurismer (AAA)

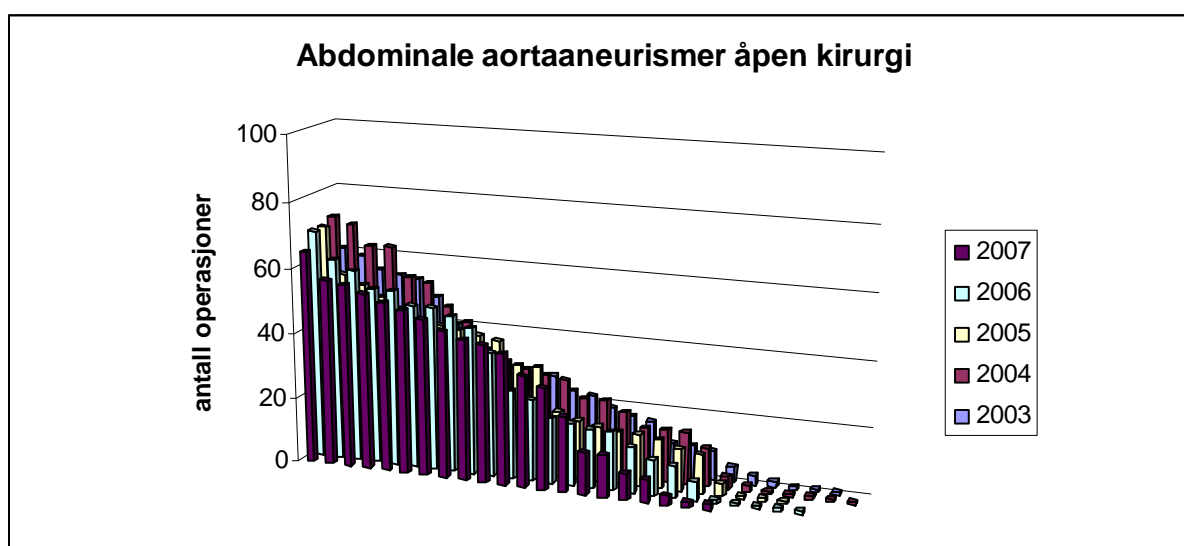
Studie	Kilde	Populasjon	Volum	Resultat	Case-mix
Knipp 2007 (37)	NIS 1995–2003	3013 thorakale AAA	Sykehus: <1–>2,5	Ingen sammenheng mellom volum og mortalitet	II
Cowan 2003 (35)	NIS 1988–98	308 sykehus 1542 AAA	Sykehus: 1–31 Kirurg: 1–18	Høyere dødelighet for pasienter behandlet i lavvolumsykehus OR 2,2 (1,6–3,1) og av lavvolumkirurger: OR 2,6 (1,7–4,1)	II

Volum i norske sykehus

Vi har innhentet data fra Norsk pasientregister (NPR) for å beskrive volum i norske sykehus. NPR-dataene har begrensninger og benyttes her for å illustrere hvilke volum som er rapportert ved norske sykehus. Det er flere feilkilder eller variabler knyttet til disse dataene som vi ikke har kontrollert for (for eksempel kodebruk, overføringer av pasienter og reinnleggelser) og som medfører at disse dataene ikke er helt presise.

ÅPEN KIRURGI

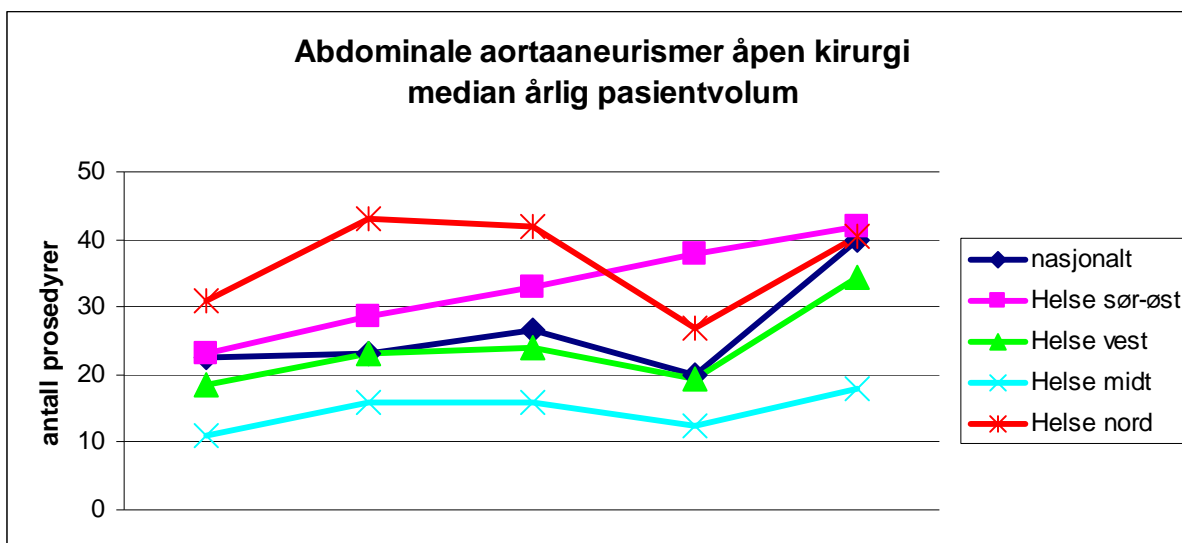
Antall operasjoner (åpen kirurgi) for abdominale aortaaneurismer ved norske sykehus varierende fra 657 til 760 i perioden fra 2003 til og med 2007. Operasjonene ble utført ved 25 sykehus i 2003 og 20 sykehus i 2007 (figur 1). Laveste registrerte volum i 2007 var 1, og høyeste var 72 prosedyrer per år. Median pasientvolum var 22,5 pasienter per sykehus i 2003 og 40 i 2007 (figur 2).



Figur 1: Årlig volum av åpen kirurgi (elektiv og akutt) for abdominale aortaaneurismer ved norske sykehus for perioden 2003–2007.

Hvert sykehus er angitt med en søyle, høyden på søylen angir antall pasienter for det aktuelle året. Bakre rekke er 2003, fremre rekke 2007. Figuren er ment som illustrasjon på hvilke vo-

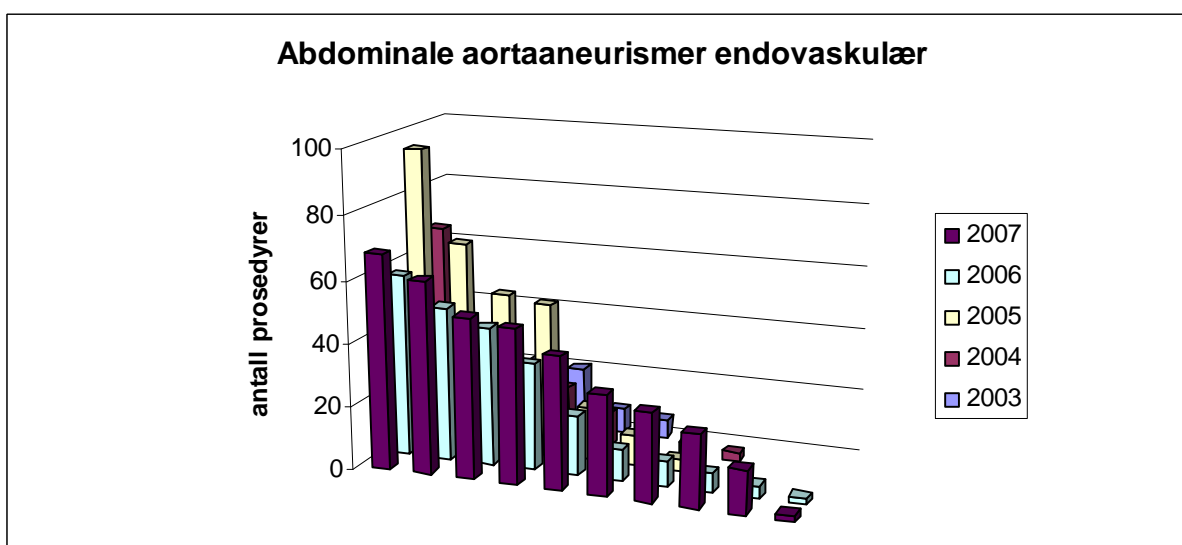
lum man har ved norske sykehus, derfor er formen på kurven, og halen som viser lov volum sykehus viktigere å vise frem enn å kunne sjeldne mellom de enkelte søylene.



Figur 2: Median årlig sykehusvolum for åpen kirurgi for abdominale aortaaneurismer fra 2003 til 2007 samlet for alle regioner og for hvert RHF.

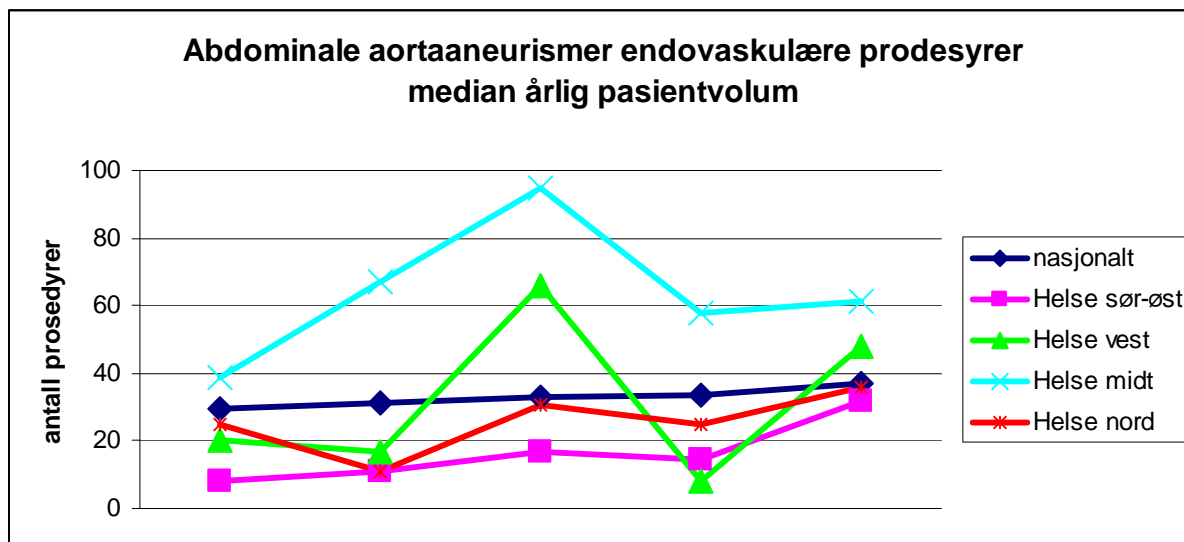
ENDOVASKULÆRE PROSEDYRER

Antall endovaskulære prosedyrer for abdominale aortaaneurismer var 119 i 2003 og 370 i 2007. Prosedyrene ble utført ved 6 sykehus i 2003 og 10 sykehus i 2007 (figur 3). Laveste registrerte volum var 2 og høyeste 95 prosedyrer per år. Median pasientvolum var 29,5 i 2003 og 37 i 2007 (figur 4).



Figur 3: Årlig volum av endovaskulære prosedyrer (elektiv og akutt) for abdominale aortaaneurismer ved norske sykehus for perioden 2003–2007.

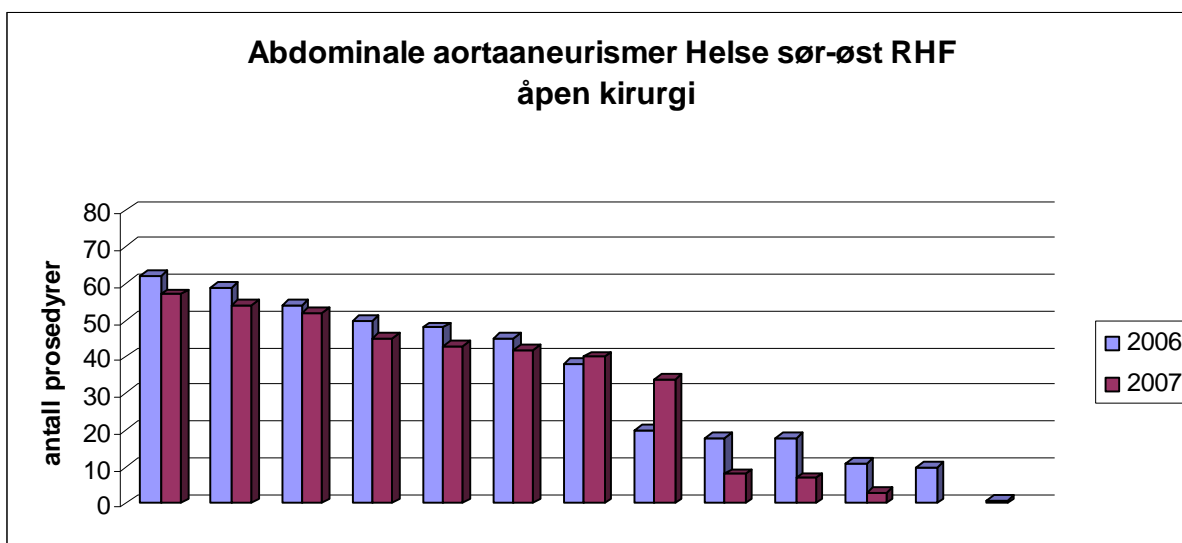
Hvert sykehus er angitt med en søyle, høyden på søylen angir antall pasienter for det aktuelle året. Bakre rekke er 2003, fremre rekke 2007.



Figur 4: Median årlig sykehusvolum av endovaskulære prosedyrer for abdominale aortaaneurismer 2003–2007 samlet for alle regioner og for hvert RHF.

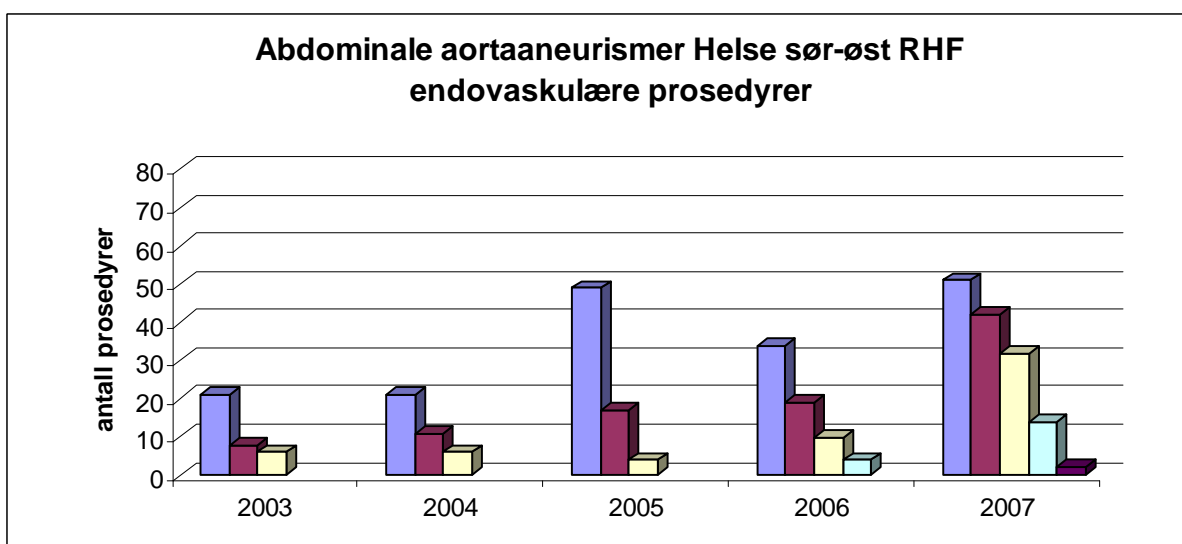
HELSE SØR-ØST RHF

Sykehusene i Helse Sør-Øst RHF utførte i overkant av halvparten av alle åpne operasjoner for abdominale aortaaneurismer i 2007. Antall operasjoner varierte fra 385 til 446 samlet sett per år for Helse Sør-Øst RHF. I 2003 ble operasjonene utført ved 14 sykehus, og i 2007 ved 10 sykehus. Laveste registrerte volum i denne perioden var 1, og høyeste 70 pasienter per sykehus per år. Figur 5 viser antall operasjoner per sykehus i regionen for 2006 og 2007. Median volum var 23 operasjoner i 2003 og 42 i 2007 (figur 2).



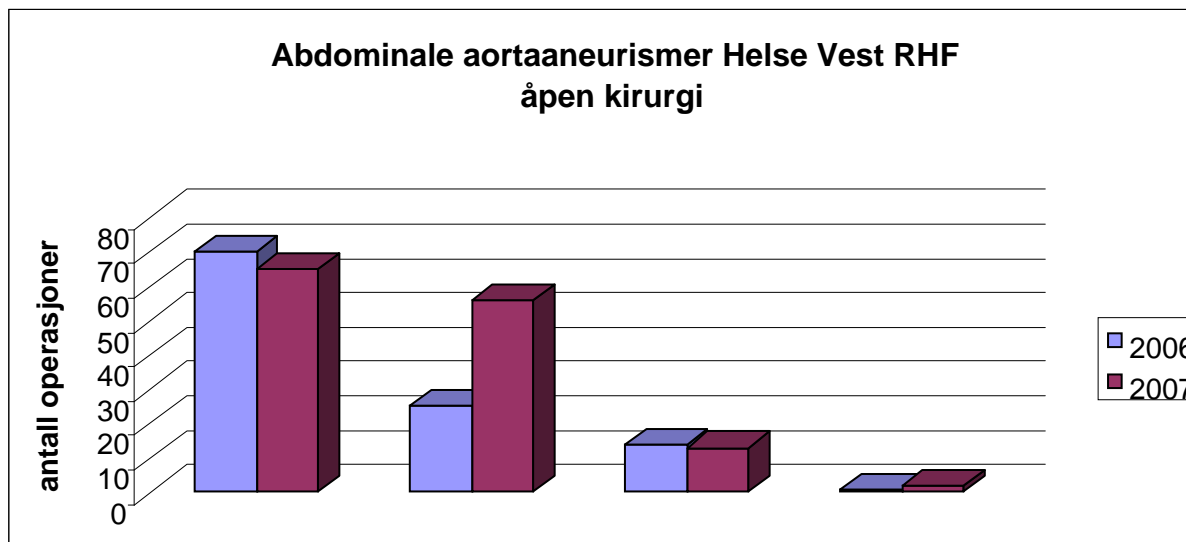
Figur 5: Antall operasjoner per år for abdominale aortaaneurismer ved sykehus i Helse sør-øst RHF for årene 2006 og 2007. Volum for det enkelte sykehuset er angitt med en søyle, og høyden på søylen angir det årlige volumet.

Det har vært en jevn økning i antall endovaskulære prosedyrer i løpet av perioden 2003–2007 i Helse Sør-Øst RHF. Det ble utført til sammen 35 prosedyrer ved 3 sykehus i 2003, og 141 prosedyrer ved 5 sykehus i 2007 (figur 6). Median antall pasienter per sykehus var 8 i 2003 og 32 i 2007. Laveste volum var 2 prosedyrer per år og høyeste var 32 (figur 6).



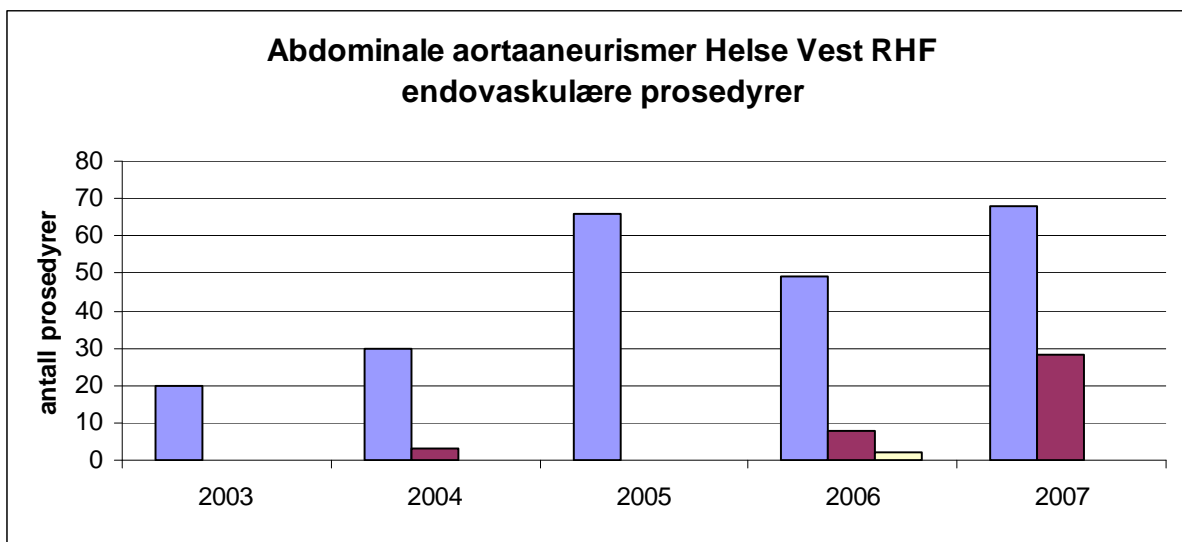
Figur 6: Antall endovaskulære prosedyrer for abdominale aortaaneurismer per år ved sykehus i Helse sør-øst RHF for årene 2003 til 2007. Volum for det enkelte sykehuset er angitt med en søyle, og høyden på søylen angir det årlige volumet.

Sykehusene i Helse Vest utførte samlet mellom 101 og 136 åpne operasjoner for abdominale aorta-aneurismer i perioden 2003–2007. I 2006 og 2007 ble disse utført ved 4 sykehus (figur 7). Laveste registrerte volum i denne perioden var 1 og høyeste 70 pasienter per sykehus per år. Median volum 18,5 operasjoner i 2003 og 34,5 i 2007 (figur 2).



Figur 7: Antall operasjoner per år for abdominale aortaaneurismer ved sykehus i Helse vest RHF for årene 2006 og 2007. Volumet for det enkelte sykehuset er angitt med en søyle, og høyden på søylen angir det årlige volumet.

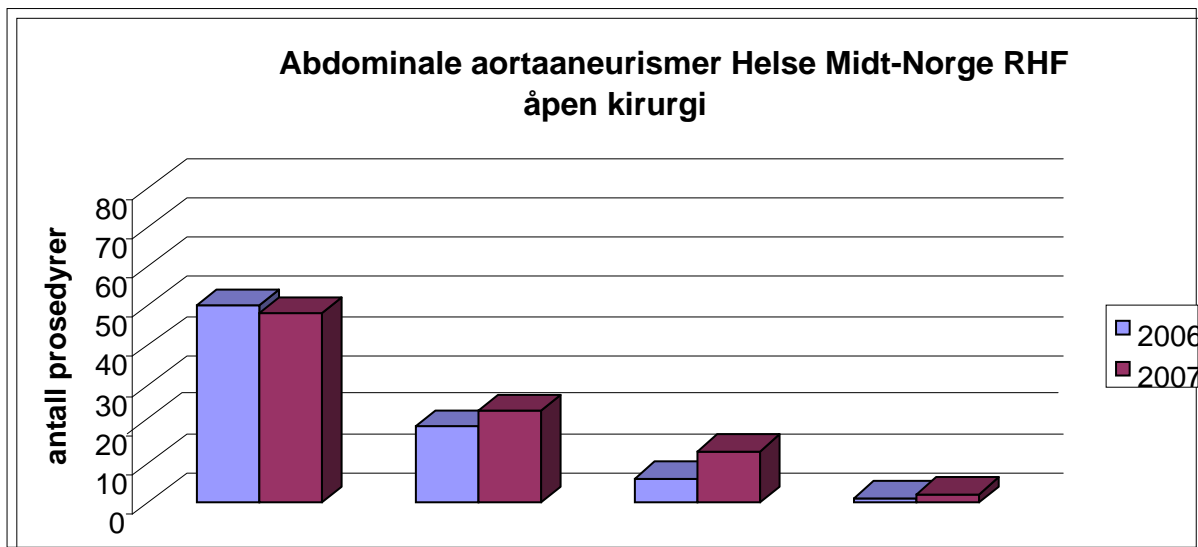
Det har vært en jevn økning i antall endovaskulære prosedyrer i løpet av perioden i 2003–2007 i Helse Vest RHF. Det ble utført til sammen 20 prosedyrer ved 1 sykehus i 2003 og 96 prosedyrer ved 2 sykehus i 2007 (figur 8). Median antall pasienter per sykehus var 20 i 2003 og 48 i 2007. Laveste volum var 2 prosedyrer per år og høyeste var 68 (figur 8).



Figur 8: Antall endovaskulære prosedyrer for abdominale aortaaneurismer per år ved sykehus i Helse vest RHF for årene 2003 til 2007. Volumet for det enkelte sykehuset er angitt med en søyle, og høyden på søylen angir det årlige volumet.

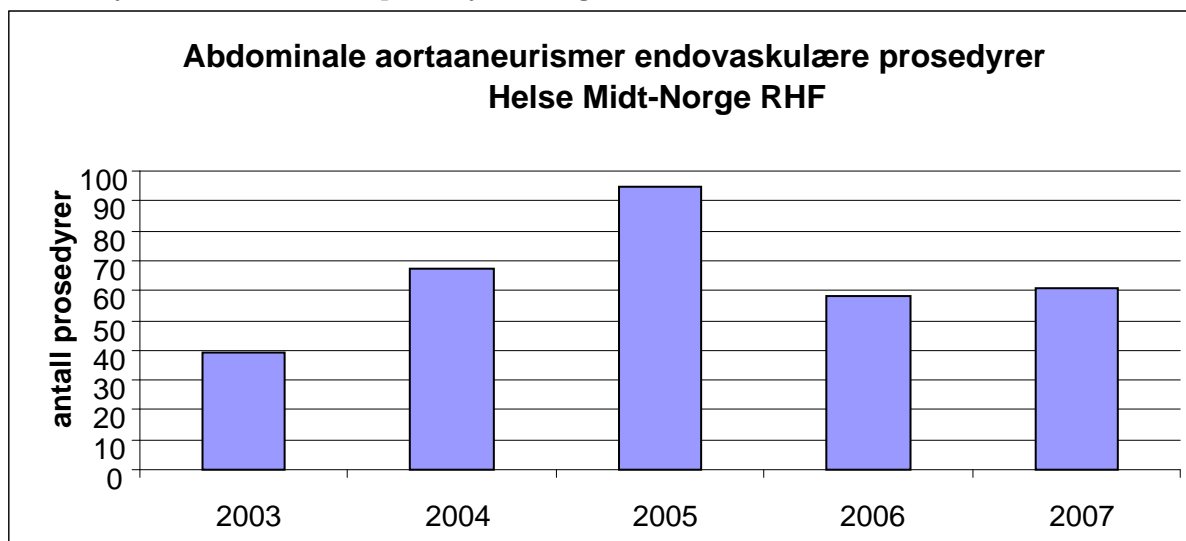
HELSE MIDT-NORGE RHF

Sykehusene i Helse Midt-Norge RHF utførte mellom 75 og 95 åpne operasjoner per år for abdominale aortaaneurismer i perioden 2003–2007. I 2006 og 2007 ble disse utført ved 4 sykehus (figur 9). Laveste registrerte volum i denne perioden var 1, og høyeste 50 pasienter per sykehus per år. Median volum var 11 operasjoner i 2003 og 18 i 2007 (figur 2).



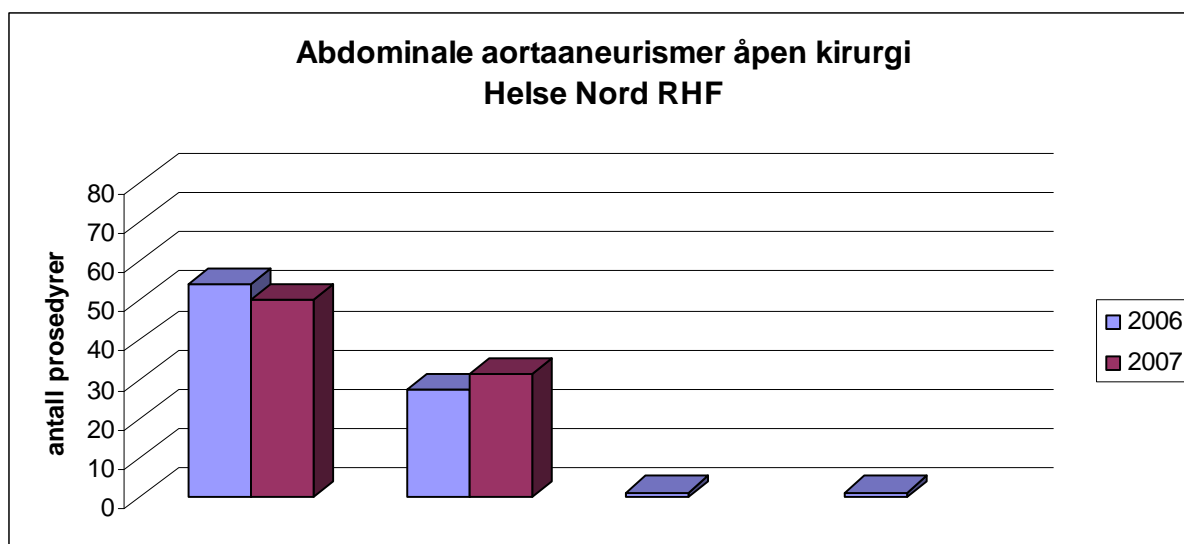
Figur 9: Antall operasjoner per år for abdominale aortaaneurismer ved sykehus i Helse midt RHF for årene 2006 og 2007. Volum for det enkelte sykehuset er angitt med en søyle, og høyden på søylen angir det årlige volumet.

Det har vært en jevn økning i antall endovaskulære prosedyrer i løpet av perioden 2003–2007 i Helse Midt-Norge RHF. Det ble utført 39 prosedyrer i 2003 og 61 prosedyrer i 2007. Kun ett sykehus utførte disse prosedyrene (figur 10).



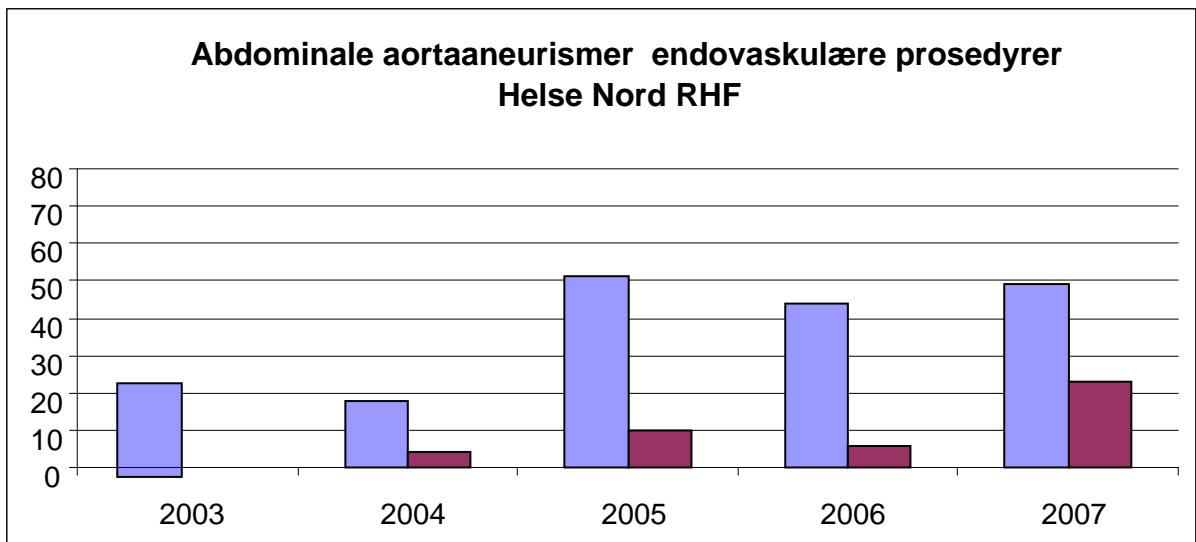
Figur 10: Antall endovaskulære prosedyrer for abdominale aortaaneurismer per år ved sykehus i Helse Midt-Norge RHF for årene 2003 til 2007. Volum for det enkelte sykehuset er angitt med en søyle, og høyden på søylen angir det årlige volumet.

Sykehusene i Helse Nord RHF utførte mellom 81 og 99 åpne operasjoner per år for abdominale aortaaneurismer i perioden 2003–2007. I 2006 ble disse utført ved 4 sykehus og i 2007 ved 2 sykehus (figur 11). Laveste registrerte volum i perioden 2003–2007 var 1, og høyeste var 54 pasienter per sykehus per år. Median volum var 31 operasjoner i 2003 og 40,5 i 2007 (figur 2).



Figur 11: Antall operasjoner per år for abdominale aortaaneurismer ved sykehus i Helse nord RHF for årene 2006 og 2007. Volum for det enkelte sykehuset er angitt med en søyle, og høyden på søylen angir det årlige volumet.

Det har vært en jevn økning i antall endovaskulære prosedyrer i løpet av perioden 2003–2007 i Helse Nord RHF. Det ble utført 22 prosedyrer i 2003 og 72 prosedyrer i 2007. To sykehus i Helse Nord RHF utførte disse prosedyrene (figur 12).



Figur 12: Antall endovaskulære prosedyrer for abdominale aortaaneurismer per år ved sykehus i Helse nord RHF for årene 2003 til 2007. Volum for det enkelte sykehuset er angitt med en søyle, og høyden på søylen angir det årlige volumet.

STATISTISK STYRKEBEREGNING

Vi har estimert hvilke pasientvolum som er nødvendig for å kunne registrere avvik fra prosedyrerelatert død for planlagte og akutte inngrep ved abdominal aortaaneurisme (tabell 5–8). Beregningene er basert på ensidig test, som innebærer identifisering av negative avvik, men ikke positive avvik. Disse analysene viser at for å avdekke en 2 % forskjell i prosedyrerelatert død fra 3,2 % til 5,2 % er det nødvendig med et årlig volum av pasienter på 334 per institusjon (tabell 5). Tilsvarende er det nødvendig med et volum på 223 pasienter per år for å registrere et avvik fra 1,4 % til 3,4 % som vist for endovaskulære prosedyrer (tabell 6). For å påvise avvik mindre enn 2 % er det nødvendig med høyere volum.

Tabell 5: Antall pasienter som er nødvendig for å detektere avvik ved planlagt åpen kirurgi for abdominale aortaaneurismer

Dødelighet	% avvik					
	0,1	0,2	0,5	0,75	1	2
Europa 2,8 %	76200	19687	3455	1648	990	310
Norge 3,2 %	86353	22220	3857	1826	1089	334
Måltall 5 %	130970	33350	5626	2608	1527	441
Sverige 2,8 %	76200	19687	3455	1648	990	310

Tabell 6: Antall pasienter som er nødvendig for å detektere avvik ved planlagt endovaskulær prosedyre ved abdominale aortaaneurismer

Dødelighet	% avvik					
	0,1	0,2	0,5	0,75	1	2
Europa 1,4 %	39982	10651	2018	1013	634	223
Norge 1,4 %	39982	10651	2018	1013	634	223
Sverige 1,7 %	47833	12610	2329	1150	711	242

Dødelighet ved sprukken aortaaneurisme er høy, anslagsvis 33% ved åpen kirurg og 16,5% ved endovaskulære prosedyrer. Tabell 7 og 8 viser hvilke pasientvolum som er nødvendig for å avdekke avvik. Det er behov for 256 pasienter for å kunne påvise et avvik på 5% fra 33 til 38%, som vist i tabell 7 for åpen kirurgi. Tilsvarende er det nødvendig med et volum på 183 pasienter per år for å registrere et avvik på 5% fra 16,5 til 21,5% som vist for endovaskulære prosedyrer (tabell 8). For å påvise avvik mindre enn 5% er det nødvendig med høyere volum.

Tabell 7: Antall pasienter som er nødvendig for å detektere avvik ved åpen kirurgi for sprukken abdominale aortaaneurismer

30 dagers dødelighet i prosent	% avvik					
	1	2	2,5	3	4	5
Europa 33 %	6073	1540	992	693	395	256
Norge 33 %	6073	1540	992	693	395	256
Måltall 40 %	6546	1648	1059	737	417	268
Sverige 25 %	5207	1334	864	607	349	228

Tabell 8: Antall pasienter som er nødvendig for å detektere avvik ved endovaskulær prosedyre ved sprukken abdominale aortaaneurismer

30 dagers dødelighet i prosent	% avvik					
	1	2	2,5	3	4	5
Europa 16,5 %	3907	1021	667	472	276	183
Norge 16,5 %	3907	1021	667	472	276	183
Sverige 9,9 %	2629	710	471	338	203	138

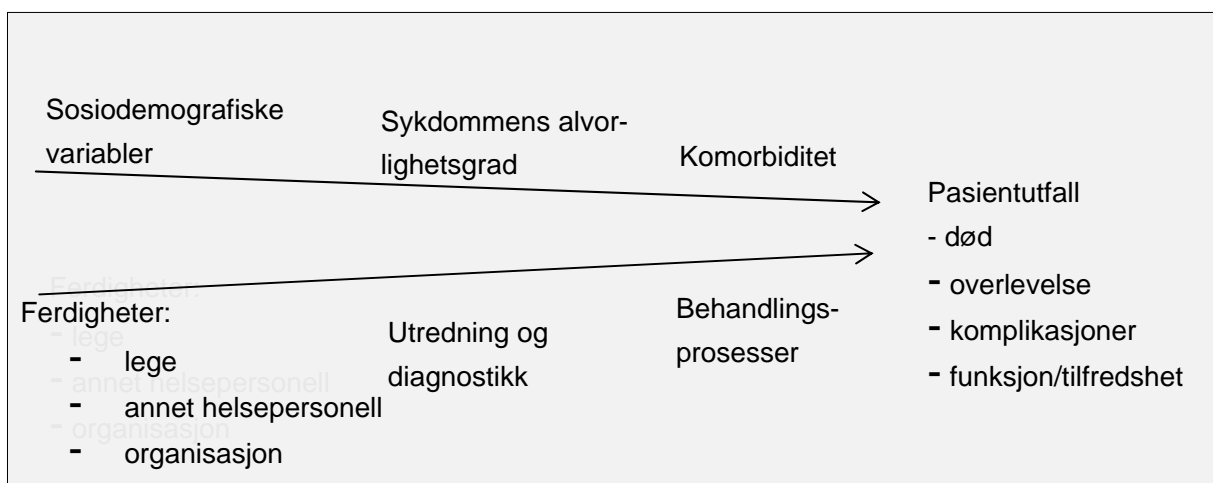
Diskusjon

Det er ikke en enkel sammenheng mellom volum og resultat. Øvelse og standardisering gjør mester, mens samlebånd og monotoni kan hindre faglig utvikling og redusere motivasjon for å gjøre et godt arbeid. Nærhet og kontinuitet kan øke muligheten for helhetlig behandling og oppfølging, og oppleves som trygghet av pasient og pårørende. Samtidig kan både operatør og pleiepersonale ha for lite erfaring med teknisk krevende inngrep og oppfølging.

Denne problemstillingen er særlig relevant og utfordrende for den norske helsetjenesten, som både skal ivareta god kvalitet på behandlingen og samtidig nærhet og trygghet for brukerne. Spørsmål om hvordan helsetjenesten best kan organiseres for å ivareta disse aspektene er utfordringer til politikere og beslutningstakere som må veie faglige hensyn og kunnskap mot politiske og strategiske hensyn. Vurderingen av det faglige grunnlaget for sammenheng mellom pasientvolum og behandlingskvalitet er en viktig premiss for slike vurderinger.

Utfall for en gitt prosedyre kan influeres av flere variabler, jf. modellen i figur 12 nedenfor.

Figur 12. Modell over variabler som kan påvirke behandlingsutfall.



I henhold til denne modellen er det to akser som påvirker utfall: pasientrelaterte variabler og organisasjonsrelaterte variabler (tilpasset fra Institute of Medicine)

Pasientfaktorer

Seleksjon av pasienter: Vurdering av pasienten gjennom utredning og utforming av behandlingsstrategi eller valg av tiltak er en premiss som i høy grad påvirker utfall. Ved å fokusere kvalitetsmålingen på utfall og ikke populasjon fanger man ikke inn beslutningsprosessen og hvordan den samlede håndteringen av en tilstand fører til bedre helse for pasienten. Det vil si hvor godt prosessen velger ut de pasientene som bør behandles, og i hvilken grad pasienter som ikke har nytte av behandlingen, ikke selekteres.

Underliggende risiko: Sykdommens alvorlighetsgrad og komorbiditet vil ha stor betydning for utfallet av behandlingen, og alle tilgjengelige metoder for risikojustering har mangler (38). Det er et problem dersom variasjon i utfall feilaktig relateres til andre elementer, som for eksempel ferdigheter, mens variasjonen i realiteten kan forklares med variasjon i underliggende risiko. Vurdering av utfall forutsetter tilgang på statistisk stabile, risikojusterte data for relevante utfallsmål.

Systemfaktorer

Behandlingsprosesser: De spesifikke prosessene som iverksettes for behandling og pleie vil reflekteres i utfallet. Prosessmål er viktige dersom det er vist en klar sammenheng mellom den aktuelle prosessen (behandling) og utfallet (for eksempel tid til trombolyse). Prosessmål vil være relative og empiriske.

Ferdigheter: Utfall av en sykehusinnleggelse og den behandlingen som er gitt, kan reflektere individuelle ferdigheter hos behandlerne, men også institusjonelle ferdigheter og hvilke resurser som er disponible for behandlerne (organisatoriske ferdigheter). Utfall kan derav relateres til individ eller organisasjon (systemnivå). I begge tilfeller bør analysen ta høyde for å kunne skille mellom hvorvidt variasjon i kvalitet er knyttet til individnivå eller til systemnivå. (For eksempel om det viktigste er at kirurgen har et høyt antall appendektomier, eller om det er viktigere at sykehuset har et høyt antall akutte operasjoner). Enkelte studier diskuterer denne forskjellen, men svært få studier gjør slike analyser i dag.

Volum som surrogatmål for kvalitet

I mangel på kunnskap om kvalitet i sykehus er det foreslått mange variabler som et surrogat for kvalitet:

- Volum
- Universitetstilknytning
- Nivå (universitetssykehus, regionsykehus, lokalsykehus)
- Privat versus offentlig tilknytning

Volum benyttes i økende grad som et surrogat mål for kvalitet, og i USA har flere organisasjoner krav til minimumsvolum for sykehus og leger (blant andre Leapfrog og American College of Surgeons ocmmittee on Trauma).

I løpet av 1990-årene var det en betydelig utvikling innen en rekke behandlingsområder. Samtidig var det også en betydelig forskningsaktivitet innen volum–kvalitet-problemstillingen. Dette har medført et stort antall nye studier om volum–kvalitet og studier som bedre representerer den praksisen som føres i dag.

Fordi det medisinske fagfeltet er i rivende utvikling, må også den oppfatningen man har om sammenhengen mellom volum og kvalitet vurderes i forhold til dette. Nye prosedyrer for behandling kan endre den oppfatningen man har hatt.

Spesialiserte prosedyrer kan være sentralisert i en oppstartsfasen før det blir allment brukt. EKG og spirometri gjøres nå på mange allmennlegekontor, mens det i starten ikke fantes EKG-apparat på alle lokalsykehus. Cellegiftkurer og hemodialyse gjøres desentralisert under faglig veiledning fra spesialavdeling. Fødselsomsorgen blir mer og mer sentralisert og medikalisert, og er snart ikke mulig å opprettholde som tilbud på lokalsykehus og fødestuer. Den medisinske og samfunnsmessige utviklingen vil gjøre at spennet mellom sentralisering og desentralisering, spesialisering og breddekompetanse vil være i endring og under diskusjon.

Dette notatet er utarbeidet etter metodikken for et hasteoppdrag etter avtale med Helse Sør-Øst RHF. Vi har derfor gjort et avgrenset søk i Medline og ikke søkt i andre aktuelle databaser som for eksempel Embase. Det er mulig at vi ville funnet mer relevant europeisk litteratur dersom vi også søkte i denne databasen. Ut over dette baserer notatet seg på de samme prinsippene for systematikk som er beskrevet Kunnskapssenterets metodebok.

Konklusjon

Samlet sett viser analysene av data fra Finland, Canada og USA at det er holdepunkter for at høyt operasjonsvolum for kirurg gir lavere mortalitet både ved planlagte og akutt behandling av abdominalt aortaaneurisme. Lavt kirurgvolum er i disse studiene definert som mindre enn 5-10 prosedyrer per år.

Risiko for død ved planlagt kirurgi for infrarenalt aortaaneurisme varierer fra 3 til 5 % i disse studiene. Høyvolumkirurger hadde 40–50 % lavere dødelighet enn lavvolumkirurger. Dødeligheten ved akutt kirurgi er i overkant av 40 %.

Resultatene med hensyn til betydning av sykehusvolum er ikke entydig. Analyser fra USA og Tyskland viste at høyt sykehusvolum var assosiert med lavere dødelighet ved planlagt kirurgi for abdominale aortaaneurismer, mens analyser fra Canada og Finland ikke fant en slik sammenheng. For akutt-behandling av abdominalt aortaaneurisme synes sykehusvolum å ha liten betydning for dødelighet. Dette er vist i studier fra Finland, Canada og USA.

Kun én studie har analysert endovaskulær behandling av abdominale aortaaneurismer. Studien viste samme assosiasjon til sykehusvolum som for åpen kirurgi, som i denne studien viste redusert dødelighet i høyvolumsykehus.

Data fra Norsk pasientregister viser at volumene i norske sykehus har økt i løpet av perioden 2003–2007 både for åpen og elektiv kirurgi.

Vedlegg 1 Ekskluderte studier

Bush RL, Johnson ML, Hedayati N, Henderson WG, Lin PH, Lumsden AB. Performance of endovascular aortic aneurysm repair in high-risk patients: results from the Veterans Affairs National Surgical Quality Improvement Program. *J Vasc Surg* 2007; 45(2):227-

Forbes TL, DeRose G, Lawlor DK, Harris KA. The association between a surgeon's learning curve with endovascular aortic aneurysm repair and previous institutional experience. *Vasc Endovascular Surg* 2007; 41(1):14-18.

Glance LG, Osler TM, Mukamel DB, Dick AW. Estimating the potential impact of regionalizing health care delivery based on volume standards versus risk-adjusted mortality rate. *Int J Qual Health Care* 2007; 19(4):195-202.

Goshima KR, Mills JL, Sr., Awari K, Pike SL, Hughes JD, Goshima KR et al. Measure what matters: institutional outcome data are superior to the use of surrogate markers to define "center of excellence" for abdominal aortic aneurysm repair. *Annals of Vascular Surgery* 2008; 22(3):328-334.

Holt PJ, Poloniecki JD, Loftus IM, Michaels JA, Thompson MM. Epidemiological study of the relationship between volume and outcome after abdominal aortic aneurysm surgery in the UK from 2000 to 2005. *Br J Surg* 2007; 94(4):441-448.

Holt PJ, Poloniecki JD, Gerrard D, Loftus IM, Thompson MM. Meta-analysis and systematic review of the relationship between volume and outcome in abdominal aortic aneurysm surgery. *Br J Surg* 2007; 94(4):395-403.

Jibawi A, Hanafy M, Guy A. Is there a minimum caseload that achieves acceptable operative mortality in abdominal aortic aneurysm operations? *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2006; 32(3):273-276.

Kazui T, Osada H, Fujita H. An attempt to analyze the relation between hospital surgical volume and clinical outcome. *Gen Thorac Cardiovasc Surg* 2007; 55(12):483-492.

Killeen SD, Andrews EJ, Redmond HP, Fulton GJ. Provider volume and outcomes for abdominal aortic aneurysm repair, carotid endarterectomy, and lower extremity revascularization procedures. *J Vasc Surg* 2007; 45(3):615-626.

Young EL, Holt PJ, Poloniecki JD, Loftus IM, Thompson MM. Meta-analysis and systematic review of the relationship between surgeon annual caseload and mortality for elective open abdominal aortic aneurysm repairs. *J Vasc Surg* 2007; 46(6):1287-1294.

Referanseliste

- (1) Poloniecki J. Half of all doctors are below average. *BMJ* 1998; 316(7146):1734-1736.
- (2) Luft HS, Bunker JP, Enthoven AC. Should operations be regionalized? The empirical relation between surgical volume and mortality. *N Engl J Med* 1979; 301(25):1364-1369.
- (3) Halm EA, Lee C, Chassin MR. Is volume related to outcome in health care? A systematic review and methodologic critique of the literature. *Ann Intern Med* 2002; 137(6):511-520.
- (4) Teisberg P, Hansen FH, Hotvedt R, Ingebrigtsen T, Kvalvik A, Lund E et al. Pasientvolum og behandlingskvalitet. SMM rapport 2/2001 2001.
- (5) Endovascular aneurysm repair and outcome in patients unfit for open repair of abdominal aortic aneurysm (EVAR trial 2): randomised controlled trial. *Lancet* 2005; 365(9478):2187-2192.
- (6) Endovascular aneurysm repair versus open repair in patients with abdominal aortic aneurysm (EVAR trial 1): randomised controlled trial. *Lancet* 2005; 365(9478):2179-2186.
- (7) Norderhaug I.N., Krogstad U., Ingebrigtsen T., Søreide O, Wiseth R, Myhre H.O. Pasientvolum og behandlingskvalitet ved hjerte- og karsykdommer. Rapport nasjonalt Kunnskapssenter for Helsetjenesten 2007; 10:1-160.
- (8) Hollenbeck BK, Hong J, Zaojun Y, Birkmeyer JD, Hollenbeck BK, Hong J et al. Misclassification of hospital volume with Surveillance, Epidemiology, and End Results Medicare data. *Surgical Innovation* 2007; 14(3):192-198.
- (9) Iezzoni LI, Foley SM, Daley J, Hughes J, Fisher ES, Heeren T. Comorbidities, complications, and coding bias. Does the number of diagnosis codes matter in predicting in-hospital mortality? *JAMA* 1992; 267(16):2197-2203.
- (10) Iezzoni LI, Shwartz M, Ash AS, Hughes JS, Daley J, Mackiernan YD. Using severity-adjusted stroke mortality rates to judge hospitals. *Int J Qual Health Care* 1995; 7(2):81-94.
- (11) Bush RL, Johnson ML, Collins TC, Henderson WG, Khuri SF, Yu HJ et al. Open versus endovascular abdominal aortic aneurysm repair in VA hospitals. *J Am Coll Surg* 2006; 202(4):577-587.

- (12) Dimick JB, Upchurch GR, Jr., Dimick JB, Upchurch GRJ. Endovascular technology, hospital volume, and mortality with abdominal aortic aneurysm surgery. *Journal of Vascular Surgery* 2008; 47(6):1150-1154.
- (13) Christian CK, Gustafson ML, Betensky RA, Daley J, Zinner MJ. The Leapfrog volume criteria may fall short in identifying high-quality surgical centers. *Ann Surg* 2003; 238(4):447-455.
- (14) Birkmeyer JD, Siewers AE, Finlayson EV, Stukel TA, Lucas FL, Batista I et al. Hospital volume and surgical mortality in the United States. *N Engl J Med* 2002; 346(15):1128-1137.
- (15) Eckstein HH, Bruckner T, Heider P, Wolf O, Hanke M, Niedermeier HP et al. The relationship between volume and outcome following elective open repair of abdominal aortic aneurysms (AAA) in 131 German hospitals. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2007; 34(3):260-266.
- (16) 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. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 1997; 14(5):375-379.
- (17) 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. *Ann Surg* 1999; 230(3):414-429.
- (18) Dueck AD, Kucey DS, Johnston KW, Alter D, Laupacis A. Survival after ruptured abdominal aortic aneurysm: effect of patient, surgeon, and hospital factors. *J Vasc Surg* 2004; 39(6):1253-1260.
- (19) Birkmeyer JD, Stukel TA, Siewers AE, Goodney PP, Wennberg DE, Lucas FL. Surgeon volume and operative mortality in the United States. *N Engl J Med* 2003; 349(22):2117-2127.
- (20) Goodney PP, Lucas FL, Birkmeyer JD. Should volume standards for cardiovascular surgery focus only on high-risk patients? *Circulation* 2003; 107(3):384-387.
- (21) Allareddy V, Allareddy V, Konety BR. Specificity of procedure volume and in-hospital mortality association. *Ann Surg* 2007; 246(1):135-139.
- (22) Dimick JB, Cowan JA, Jr., Stanley JC, Henke PK, Pronovost PJ, Upchurch GR, Jr. Surgeon specialty and provider volumes are related to outcome of intact abdominal aortic aneurysm repair in the United States. *J Vasc Surg* 2003; 38(4):739-744.
- (23) Dimick JB, Stanley JC, Axelrod DA, Kazmers A, Henke PK, Jacobs LA et al. Variation in death rate after abdominal aortic aneurysmectomy in the United States: impact of hospital volume, gender, and age. *Ann Surg* 2002; 235(4):579-585.
- (24) Hill JS, McPhee JT, Messina LM, Ciocca RG, Eslami MH, Hill JS et al. Regionalization of abdominal aortic aneurysm repair: evidence of a shift to high-volume centers in the endovascular era. *Journal of Vascular Surgery* 2008; 48(1):29-36.
- (25) Brooke BS, Perler BA, Dominici F, Makary MA, Pronovost PJ, Brooke BS et al. Reduction of in-hospital mortality among California hospitals meeting Leapfrog evidence-based standards for abdominal aortic aneurysm repair. *Journal of Vascular Surgery* 2008; 47(6):1155-1156.

- (26) Dueck AD, Kucey DS, Johnston KW, Alter D, Laupacis A. Long-term survival and temporal trends in patient and surgeon factors after elective and ruptured abdominal aortic aneurysm surgery. *J Vasc Surg* 2004; 39(6):1261-1267.
- (27) Tu JV, Austin PC, Johnston KW. The influence of surgical specialty training on the outcomes of elective abdominal aortic aneurysm surgery. *J Vasc Surg* 2001; 33(3):447-452.
- (28) Kantonen I, Lepantalo M, Brommels M, Luther M, Salenius JP, Ylonen K. Mortality in ruptured abdominal aortic aneurysms. The Finnvasc Study Group. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 1999; 17(3):208-212.
- (29) 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. *J Vasc Surg* 1998; 28(3):413-420.
- (30) Cho JS, Kim JY, Rhee RY, Gupta N, Marone LK, Dillavou ED et al. Contemporary results of open repair of ruptured abdominal aortoiliac aneurysms: effect of surgeon volume on mortality. *Journal of Vascular Surgery* 2008; 48(1):10-17.
- (31) Dimick JB, Pronovost PJ, Cowan JA, Jr., Lipsett PA, Stanley JC, Upchurch GR, Jr. Variation in postoperative complication rates after high-risk surgery in the United States. *Surgery* 2003; 134(4):534-540.
- (32) Dimick JB, Pronovost PJ, Cowan JA, Jr., Wainess RM, Upchurch GR, Jr. Should older patients be selectively referred to high-volume centers for abdominal aortic surgery? *Vascular* 2004; 12(1):51-56.
- (33) Dimick JB, Pronovost PJ, Cowan JA, Ailawadi G, Upchurch GR, Jr. The volume-outcome effect for abdominal aortic surgery: differences in case-mix or complications? *Arch Surg* 2002; 137(7):828-832.
- (34) 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.
- (35) Cowan JA, Jr., Dimick JB, Henke PK, Huber TS, Stanley JC, Upchurch GR, Jr. Surgical treatment of intact thoracoabdominal aortic aneurysms in the United States: hospital and surgeon volume-related outcomes. *J Vasc Surg* 2003; 37(6):1169-1174.
- (36) Cowan JA, Jr., Dimick JB, Henke PK, Huber TS, Stanley JC, Upchurch GR, Jr. Surgical treatment of intact thoracoabdominal aortic aneurysms in the United States: hospital and surgeon volume-related outcomes. *J Vasc Surg* 2003; 37(6):1169-1174.
- (37) Knipp BS, Deeb GM, Prager RL, Williams CY, Upchurch GR, Jr., Patel HJ. A contemporary analysis of outcomes for operative repair of type A aortic dissection in the United States. *Surgery* 2007; 142(4):524-528.
- (38) Pine M, Jordan HS, Elixhauser A, Fry DE, Hoaglin DC, Jones B et al. Enhancement of claims data to improve risk adjustment of hospital mortality. *JAMA* 2007; 297(1):71-76.