

# Overvåking av dødelighet i en intensivavdeling

## Sammendrag

**Bakgrunn.** Norske intensivavsnitt oppgir årlig sine behandlingsresultater som risikojusterte dødelighetsdata. Variasjoner fra år til år kan være vanskelig å tolke pga. tilfeldig stikkprøvevariasjon og endringer i pasientpopulasjonen. Det er utviklet metoder for kontinuerlig overvåking av behandlingsresultatene, der det på forhånd for hver enkelt pasient kan beregnes en sannsynlighet for et bestemt utfall, vanligvis risiko for død. Vi har brukt Variable Life Adjusted Display (VLAD) for å illustrere behandlingsresultatene ved vårt intensivavsnitt.

**Materiale og metode.** I perioden 1997–2006 ble 3 190 pasienter behandlet i vår intensivavdeling. Av disse ble 2 777 skåret med henblikk på risiko for død under sykehusoppholdet, og behandlingsresultatet som risikojustert dødelighet ble beregnet.

**Resultater.** Den risikojusterte dødeligheten varierte fra år til år, men det er en tendens til høyere overlevelse de siste årene. Variasjonen i dødelighet ble tydelig demonstrert grafisk gjennom VLAD-kurven.

**Fortolkning.** VLAD-metoden er et nyttig supplement til tradisjonelle måter å evaluere intensivavdelingens behandlingsresultat på. Den egner seg godt til å vise hvorledes behandlingsresultatene varierer over tid.

**Rolf Haagensen**

haarol@online.no  
Anestesiavdelingen  
Akershus universitetssykehus  
1478 Lørenskog

**Nils Smith-Erichsen**

Fakultetsdivisjon  
Akershus universitetssykehus  
og  
Universitetet i Oslo

I intensivavsnitt behandles de sykeste eller alvorligst skadede pasientene, ofte er det livstruende organsvikt. Behandlingen er komplisert, den gjennomføres som et samarbeid mellom flere spesialister, krever avansert medisinskteknisk utstyr og er meget personellkrevende. Behandlingsresultatene oppgis som risikojusterte dødelighetsdata for en periode. Forholdet mellom observert og forventet dødelighet – standardisert mortalitetsratio – brukes som en kvalitetsindikator for behandlingsresultatene i pasientpopulasjonen. For å beregne risikoen for død under sykehusoppholdet anvendes Simplified Acute Physiology Score II (SAPS II) (1, 2).

I slutten av 1990-årene ble det i England utviklet nye metoder for kontinuerlig overvåking av resultatene etter hjertekirurgi når man for den enkelte pasient preoperativt kunne beregne risikoen for død i forbindelse med inngrepet (3–5). Metodene kan anvendes på all klinisk virksomhet der det på forhånd kan beregnes en sannsynlighet for et bestemt utfall. De har vært brukt til evaluering av resultatene ved behandling av akutt hjerteinfarkt (6), hjertetransplantasjon (7) og rumpert abdominalt aortaaneurisme (8), ved traumebehandling (9) og intensivbehandling (10).

Vi har brukt metoden Variable Life-Adjusted Display (VLAD) (3) for å illustrere behandlingsresultatene i vårt intensivavsnitt.

## Materiale og metode

Alle pasienter som blir behandlet ved vårt intensivavsnitt registreres i en database med demografiske data, primærårsak til innleggelse, liggetid, respiratortid, ressursbruk, alvorlighetsgrad og behandlingsresultat ved utskrivning fra intensivavsnittet og sykehuset (levende/død). For alle som fyller kriteriene for å bli skåret med SAPS II, beregnes det en sannsynlighet (p) for død under sykehusoppholdet.

Denne sannsynligheten og behandlingsresultatet benyttes i konstruksjonen av VLAD-metoden på følgende måte: Dersom en pasient med sannsynligheten p for død under sykehus-

oppholdet overlever, registreres det en gevinst på +(p) liv vunnet. Hvis pasienten dør, noteres et tap på -(1-p) liv (3). Dette skal forstås slik at dersom man behandler fem pasienter, hver med sannsynligheten 0,2 for å dø under sykehusoppholdet, og samtlige overlever, har man vunnet  $0,2 \cdot 5 = 1$  liv mer enn forventet. Dersom fire overlever og én dør, blir resultatet  $0,2 \cdot 4 - 0,8 = 0$ , som forventet ut fra alvorlighetsgraden. Verdiene for gevinst og tap for hver enkelt pasient summeres kronologisk og fremstilles grafisk. Kurven viser forskjellen mellom det akkumulerte antall forventede døde minus det observerte antall døde i perioden. Den har en positiv trend når pasienter overlever og en negativ trend når pasienter dør. Ligger grafen over 0, indikerer dette at behandlingsresultatene har vært bedre enn forventet ut fra skåringssystemet.

## Resultater

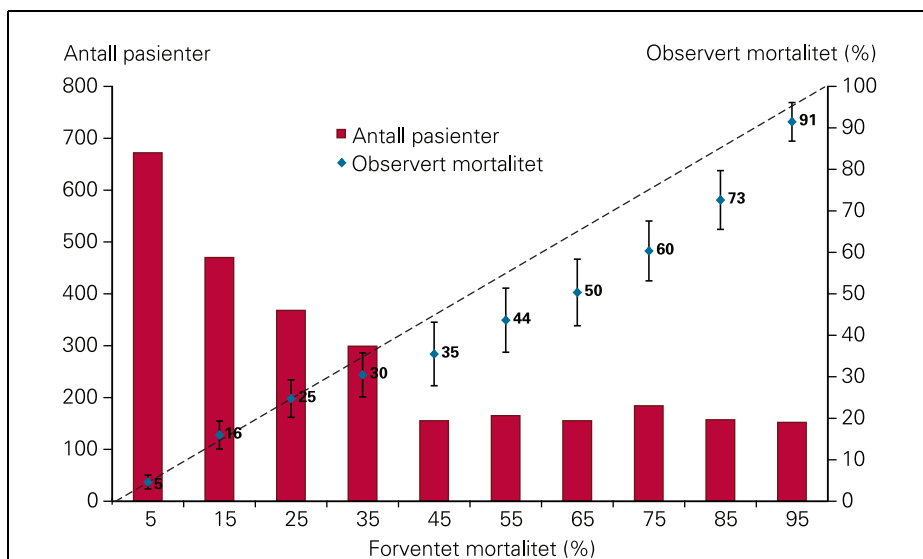
Fra 1997 til 2006 ble 3 190 pasienter behandlet ved intensivavsnittet ved Akershus universitetssykehus. Av disse fylte 2 777 (87,1%) kriteriene for å bli skåret for alvorlighetsgrad med SAPS II. De som ikke ble skåret, var de som var under 18 år og de med ufullstendige data på grunn av kort liggetid. 857 pasienter (30,9%) døde under sykehusoppholdet, 593 (21,4%) i intensivavsnittet og 264 (9,5%) på sengepost etter intensivoppholdet (tab 1).

For pasienter med høy risiko for død var det i perioden sett under ett en tendens til lavere observert dødelighet enn forventet (fig 1). Standardisert mortalitetsratio varierte fra år til år mellom 1,07 til 0,75 (tab 1, fig 2).

I perioden 1997–2001 viste VLAD-kurven en svakt fallende tendens under 0-linjen, som bekreftelse på at det døde flere enn forventet ut fra alvorlighetsgraden (fig 2), mens det i årene 2001–06 døde færre enn forventet under sykehusoppholdet. Kurven var altså stigende.

## Hovedbudskap

- Variable Life Adjusted Display (VLAD) er et nyttig hjelpemiddel for å dokumentere behandlingsresultatene i intensivavsnitt
- Metoden kan tidlig fange opp både positive og negative endringer
- Metoden er et nyttig verktøy for kontinuerlig kvalitetsovervåking



**Figur 1** Forholdet mellom forventet sykehusmortalitet beregnet etter SAPS-skår og observert sykehusdødelighet for 2 777 pasienter innlagt i intensivavdelingen i perioden 1997–2006. Søylene angir antall pasienter i hver gruppe. Linjen angir forventet sykehusdødelighet og punktene med inntegnet 95 % konfidensintervall angir observert dødelighet i hver gruppe

**Diskusjon**

I denne retrospektive undersøkelsen viser vi dødeligheten i vårt intensivavsnitt gjennom ti år ved to metoder.

Standardisert mortalitetsratio er beheftet med en usikkerhet som vil være større desto mindre den undersøkte populasjonen er. Tar

man denne usikkerheten i betraktning, vil konfidensintervallet for beregningen bli stort (tab 1, fig 2) og det vil være vanskelig å avgjøre om endring fra ett år til et annet skyldes tilfeldigheter eller en klinisk betydningsfull forandring i behandlingsresultat. Dataene kan indikere bedre behandlingsresultater fra

2001 fordi standardisert mortalitetsratio fra det året av har vært < 1, men vi kan ikke fastslå dette med noen grad av sikkerhet.

VLAD-kurven kan betraktes som en fortløpende grafisk fremstilling av standardisert mortalitetsratio. Kurven vil ligge over 0-linjen og ha en positiv trend når behandlingsresultatene er bedre enn forventet, det vil si i perioder der standardisert mortalitetsratio er < 1. Kurven er intuitivt lett å forstå (3). Grafen viser hvorledes behandlingsresultatene har variert over tid med periodevise kortvarige opp- og nedture, men med to tydelige trender – perioden 1997–2000, der trenden er svakt nedadgående (flere liv enn forventet går tapt), og perioden 2001–06, der trenden er oppadgående (reddet flere liv enn forventet). Ved bruk av en slik kurve unngår man svakhetene med standardisert mortalitetsratio, siden det er forløpet av kurven som er vesentlig. Eventuell over- eller underestimering av dødeligheten har bare betydning for brattheten den stiger eller synker med.

Ingen av metodene sier noe om årsakene til endringen. Ved tolkingen av risikostjerte dødelighetsdata er det flere faktorer som kan påvirke resultatene. De mest brukte av dagens skåringsystemer ble utviklet i begynnelsen av 1990-årene. I flere studier er det vist at gapet mellom beregnet og aktuell dødelighet er blitt stadig større for de fleste av disse, SAPS II inkludert. Særlig gjelder dette gruppene med høyest risiko, hvilket også vårt materiale bekrefter (10–13). Dette

**Tabell 1** Pasienter inkludert i undersøkelsen ved intensivavsnittet ved Akershus universitetssykehus 1997–2006

År	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Alle
Antall pasienter	291	246	249	208	275	269	359	381	439	473	3 190
SAPS-skåret (%)	251 (86,3)	214 (87,0)	206 (82,7)	175 (84,1)	249 (90,5)	258 (95,5)	326 (90,8)	342 (89,8)	364 (82,9)	392 (82,9)	2 777 (87,1)
Menn (%)	58,5	58,5	55,5	62,3	56,6	61,9	58,3	52,3	52,0	55,7	56,6
Alder (år) (standarddeviasjon)	60,2 (17,7)	56,4 (17,3)	57,3 (18,0)	61,3 (15,9)	57,7 (19,6)	56,1 (19,1)	54,9 (19,1)	59,3 (18,5)	58,9 (17,6)	59,2 (18,9)	58,1 (18,4)
Elektiv kirurgi <sup>1</sup> (%)	12,2	8,0	5,0	4,0	12,0	9,2	5,0	4,3	8,4	10,9	7,9
Øyeblikkelig hjelp-kirurgi <sup>2</sup> (%)	27,6	22,2	25,2	30,8	25,6	26,9	22,6	26,3	24,6	24,4	25,6
Medisinsk <sup>3</sup> (%)	60,2	69,8	69,7	65,2	62,4	63,9	72,4	69,4	67,0	65,0	66,5
SAPS (standarddeviasjon)	41,9 (20,2)	45,8 (19,2)	41,3 (17,5)	47,4 (16,8)	43,5 (19,2)	41,8 (19,3)	40,5 (18,4)	42,4 (19,1)	40,5 (17,9)	41,0 (18,8)	42,2 (18,8)
Forventet dødelighet [% med standarddeviasjon]	33,5 (29,3)	38,9 (29,9)	33,0 (27,2)	41,2 (27,7)	36,6 (30,3)	34,7 (29,7)	32,2 (28,2)	35,0 (29,5)	31,4 (27,6)	32,6 (28,0)	34,4 (28,8)
Intensivdødelighet (%)	22,3	34,1	26,2	32,0	26,1	19,0	15,6	17,3	17,9	16,6	21,4
Postdødelighet (%)	12,0	7,5	7,8	10,3	8,0	11,2	8,6	10,2	6,9	12,0	9,5
Sykehusdødelighet [% med 95 % konfidensintervall]	34,3 (28,3–40,3)	41,6 (34,9–48,3)	34,0 (27,4–40,6)	42,3 (34,8–49,8)	34,1 (28,1–40,1)	30,2 (24,5–36,0)	24,2 (19,5–29,0)	27,5 (22,7–32,3)	24,7 (20,2–29,2)	28,6 (24,0–33,1)	30,9 (29,1–32,6)
Standardisert mortalitetsratio [95 % konfidensintervall]	1,02 (0,84–1,20)	1,07 (0,90–1,24)	1,03 (0,83–1,23)	1,03 (0,85–1,21)	0,93 (0,77–1,10)	0,87 (0,71–1,04)	0,75 (0,61–0,90)	0,79 (0,65–0,92)	0,79 (0,64–0,93)	0,88 (0,74–1,02)	0,90 (0,85–0,95)

<sup>1</sup> Elektiv kirurgi: Inngrepet planlagt mer enn 24 timer på forhånd

<sup>2</sup> Øyeblikkelig hjelp-kirurgi: Inngrepet planlagt og gjennomført mindre enn 24 timer på forhånd

<sup>3</sup> Medisinsk: Intet kirurgisk inngrep gjennomført siste sju døgn

kan forklares med endringer i pasientpopulasjonen over tid (13). I SAPS II ble hovedsakelig de akutte fysiologiske endringene ved innleggelsen vektlagt i den prognostiske modellen, mens kronisk sykdom og omstendigheter rundt innleggelsen i intensivavsnitt utgjør nesten tre firedeler av den prognostiske styrken i SAPS III (1, 14, 15).

I løpet av de siste ti år er det innført flere nye behandlingsregimer som alle har dokumentert bedre overlevelse. Disse har vi også tatt i bruk ved vår avdeling (16–19). Det er også vist at adekvat bemanning med faste leger som sikrer kontinuitet i behandlingen og sykepleierbemanningen har betydning for overlevelsen og for kvaliteten på behandlingen pasienten får (19, 20). Både lege- og sykepleierbemanningen er blitt bedre i vårt intensivavsnitt siden 2000.

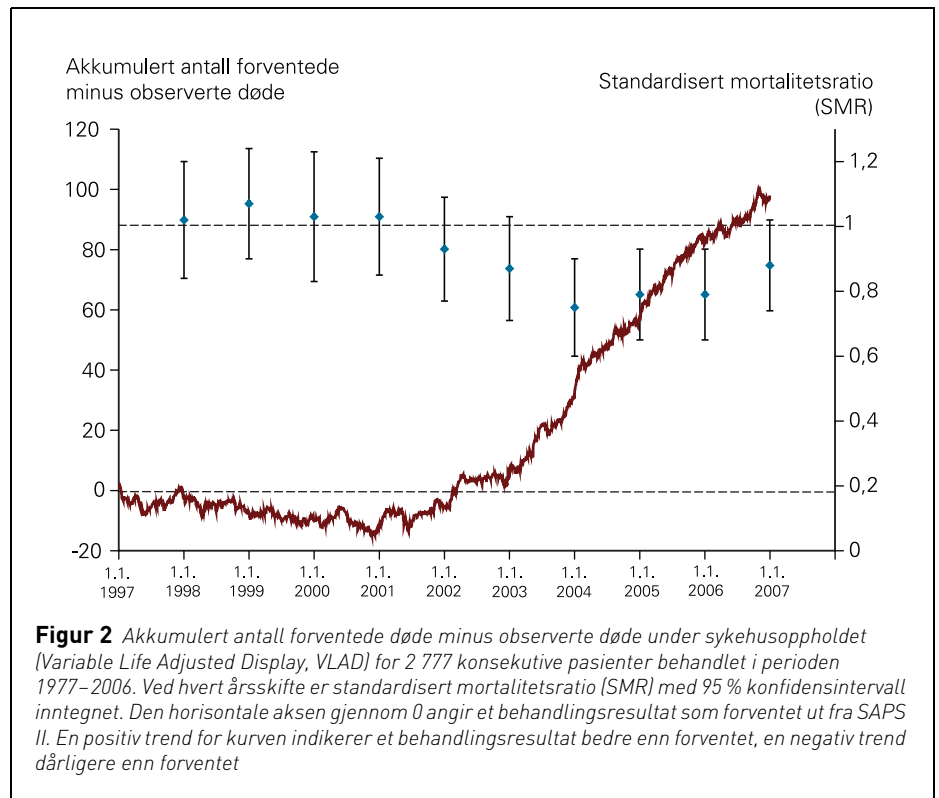
Innføring av elektroniske dokumentasjonssystemer med automatisert skåring innebærer overestimering av alvorlighetsgrad. Det er fordi de elektroniske systemene fanger opp flere fysiologiske avvik enn det man gjør ved manuell skåring (21, 22). Ved vårt intensivavsnitt ble det innført et elektronisk dokumentasjonssystem våren 2000. Vi har ikke tatt i bruk funksjonaliteten med automatisk skåring, for å redusere betydningen av denne feilkilden, men kan ikke utelukke at dette kan ha medført endrede skåringsresultater.

VLAD-metoden er ikke noe statistisk redskap til bruk i forskningssammenheng, men den kan være nyttig for å følge effekten av større strukturelle endringer i et intensivavsnitt (23). Man kan ikke ut fra grafen alene avgjøre om observerte tendenser er signifikant avvikende fra det forventede resultat eller om de skyldes tilfeldig variasjon. For vitenskapelige formål kreves det mer avanserte statistiske metoder (4, 5). For klinikerne er styrken ved metoden at man med en oppdatert kurve tidlig kan visualisere eventuelle negative tendenser og analysere mulige årsaker. Ved bruk av standardisert mortalitetsratio alene må man gå gjennom alle dødsfall i tidsperioden, vanligvis ett år, for å kunne avsløre mulige kvalitetsavvik.

Vi har av didaktiske grunner fremstilt VLAD-kurven sammenhengende for en tiårsperiode. I den praktiske hverdagen vil det være mer hensiktsmessig kontinuerlig å observere kurveforløpet for de siste 100–200 pasientene – for slik å kunne fange opp spesielt negative tendenser tidlig. I en årsrapport kan behandlingsresultatene illustreres ved å vise kurveforløpet for det siste året med foregående års kurver til sammenlikning i samme diagram.

## Konklusjon

Variable Life-Adjusted Display er et nyttig hjelpemiddel for å dokumentere behandlingsresultatene i intensivavsnitt. Ved hjelp av metoden kan man tidlig fange opp både positive og negative endringer i avdelingens resultater. Dette gir klinikerne en mulighet for på et tidlig stadium å kunne se effekten av nye administrative eller terapeutiske tiltak eller iverk-



**Figur 2** Akkumulert antall forventede døde minus observerte døde under sykehusoppholdet (Variable Life Adjusted Display, VLAD) for 2 777 konsekutive pasienter behandlet i perioden 1977–2006. Ved hvert årsskifte er standardisert mortalitetsratio (SMR) med 95 % konfidensintervall inntegnet. Den horisontale aksene gjennom 0 angir et behandlingsresultat som forventet ut fra SAPS II. En positiv trend for kurven indikerer et behandlingsresultat bedre enn forventet, en negativ trend dårligere enn forventet

sette korrigerende tiltak dersom det avdekkes dårligere behandlingsresultater enn forventet.

Oppgitte interessekonflikter: Ingen

## Litteratur

1. Le Gall JR, Lemeshow S, Saulnier F. A new Simplified Acute Physiology Score (SAPS II) based on a European/North American multicenter study. *JAMA* 1993; 270: 2957–63.
2. Haagensen R, Jamtli B, Moen H et al. Erfaringer med bruk av skåringsystemene SAPS II og NEMS i virksomhetsregistrering i en intensivavdeling. *Tidsskr Nor Lægeforen* 2001; 121: 687–90.
3. Lovegrove J, Valencia O, Treasure T et al. Monitoring the results of cardiac surgery by variable life-adjusted display. *Lancet* 1997; 350: 1128–30.
4. Poloniecki J, Valencia O, Littlejohns P. Cumulative risk adjusted mortality chart for detecting changes in death rate: observational study of heart surgery. *BMJ* 1998; 316: 1697–700.
5. Grigg OA, Farewell VT, Spiegelhalter DJ. Use of risk-adjusted CUSUM and RSPRT charts for monitoring in medical contexts. *Stat Methods Med Res* 2003; 12: 143–70.
6. Lawrance RA, Dorsch MF, Sapsford RJ et al. Use of cumulative mortality data in patients with acute myocardial infarction for early detection of variation in clinical practice: observational study. *BMJ* 2001; 323: 324–7.
7. Rogers CA, Ganesh JS, Banner NR et al. Cumulative risk adjusted monitoring of 30-day mortality after cardiothoracic transplantation: UK experience. *Eur J Cardiothorac Surg* 2005; 27: 1022–9.
8. Harris JR, Forbes TL, Steiner SH et al. Risk-adjusted analysis of early mortality after ruptured abdominal aortic aneurysm repair. *J Vasc Surg* 2005; 42: 387–91.
9. Tan HB, Cross SF, Goodacre SW. Application of variable life adjusted display (VLAD) in early detection of deficiency in trauma care. *Emerg Med J* 2005; 22: 726–8.
10. Cook DA, Steiner SH, Cook RJ, et al. Monitoring the evolutionary process of quality: risk-adjusted charting to track outcomes in intensive care. *Crit Care Med* 2003; 31: 1676–82.
11. Moreno R, Miranda DR, Fidler V et al. Evaluation of two outcome prediction models on an independent database. *Crit Care Med* 1998; 26: 50–61.
12. Beck DH, Smith GB, Pappachan JV et al. External validation of the SAPS II, APACHE II and APACHE III prognostic models in South England: a multicentre study. *Intensive Care Med* 2003; 29: 249–56.
13. Le Gall JR, Neumann A, Hemery F et al. Mortality prediction using SAPS II: an update for French intensive care units. *Crit Care* 2005; 9: R645–52.
14. Moreno R, Afonso S. Ethical, legal and organizational issues in the ICU: prediction of outcome. *Curr Opin Crit Care* 2006; 12: 619–23.
15. Moreno RP, Metnitz PG, Almeida E et al. SAPS 3. From evaluation of the patient to evaluation of the intensive care unit. Part 2: Development of a prognostic model for hospital mortality at ICU admission. *Intensive Care Med* 2005; 31: 1345–55.
16. Dellinger RP, Carlet JM, Masur H et al. Surviving Sepsis Campaign guidelines for management of severe sepsis and septic shock. *Crit Care Med* 2004; 32: 858–73.
17. van den Berghe GB, Wouters P, Weekers F et al. Intensive insulin therapy in the critically ill patients. *N Engl J Med* 2001; 345: 1359–67.
18. Kollef MH, Shapiro SD, Silver P et al. A randomized, controlled trial of protocol-directed versus physician-directed weaning from mechanical ventilation. *Crit Care Med* 1997; 27: 1271–5.
19. Pronovost PJ, Waters H, Dorman T. Physician staffing patterns and clinical outcomes in critically ill patients: a systematic review. *JAMA* 2002; 288: 2151–222.
20. Tarnow-Mordi WO, Hau C, Warden A et al. Hospital mortality in relation to staff workload: a 4-year study in an adult intensive-care unit. *Lancet* 2000; 356: 185–9.
21. Bosman RJ, Oudemans van Straaten HM, Zandstra DF. The use of intensive care information system alters outcome prediction. *Intensive Care Med* 1998; 24: 953–8.
22. Suistomaa M, Aarno K, Ruokonen E et al. Sampling rate causes bias in APACHE II and SAPS II scores. *Intensive Care Med* 2000; 26: 1773–8.
23. Flaatten H. Effects of a major structural change to the intensive care unit on the quality and outcome after intensive care. *Qual Saf Health Care* 2005; 14: 270–2.

Manuskriptet ble mottatt 15.5. 2007 og godkjent 15.6. 2008. Medisinsk redaktør Preben Avvitsland.