

Metoder til justering af mortalitetsestimater indenfor kliniske kvalitetsdata

Regionernes Kliniske Kvalitetsudviklingsprogram

- Kompetencecenter for Epidemiologi og Biostatistik, Nord (KCEB-Nord), Klinisk Epidemiologisk Afdeling, Aarhus Universitetshospital
- Kompetencecenter for Epidemiologi og Biostatistik Syd (KCEB-Syd), Afdelingen for kvalitet og forskning, Odense Universitetshospital
- Kompetencecenter for Epidemiologi og Biostatistik Øst (KCEB-Øst), Forskningscenter for forebyggelse og Sundhed, Glostrup Hospital



26. marts 2014

Indhold

| | |
|---|----|
| Resume og anbefalinger | 3 |
| Introduktion..... | 6 |
| Måling af mortalitet..... | 6 |
| Mortalitet som kvalitetsindikator..... | 6 |
| Fejlkilder | 7 |
| Tidsvindue for mortalitetsmål | 9 |
| Identifikation af variable der skal anvendes til risikjustering..... | 9 |
| Tidsvindue og variabelformat for inkluderede risikofaktorer | 10 |
| Litteratursøgning | 11 |
| Opsummering af litteratursøgning | 11 |
| Statistiske metoder..... | 12 |
| Restriktion og stratifikation | 12 |
| Indirekte og direkte standardisering | 13 |
| Regressionsmodeller | 15 |
| Andre metodologiske overvejelser..... | 16 |
| Sammenligning af mortalitet mellem afdelinger | 17 |
| Performance på tværs af risikoprofil..... | 17 |
| Risikjustering eksemplificeret ved data fra Dansk Intensiv Database..... | 18 |
| Problemstillingen omkring risikjustering i Dansk Intensiv Database | 18 |
| Tilgængelige data | 19 |
| Applicerede metoder..... | 20 |
| Standardiseret mortalitetsratio..... | 20 |
| Regressionsanalyse..... | 22 |
| Diskussion | 23 |
| Konklusion | 23 |
| Referencer | 25 |
| Tabel 2. Oversigt over litteratursøgning..... | 33 |
| Appendix: Diagnosekoder der anvendes til bestemmelse af Charlson komorbiditetsindex ved hhv. KCEB-Nord og KCEB-Syd..... | 46 |

Resume og anbefalinger

Mortalitetsestimater anvendes hyppigt i kliniske kvalitetsdatabaser som en indikator for samlet behandlingskvalitet. Risikojustering for bl.a. patientsammensætning (case-mix) er dog ofte en forudsætning for at det kan vurderes om mortaliteten for en given enhed er højere end forventet.

Ved valg af variable og statistiske metoder er der en række forhold der skal overvejes. Dette opsummeres i denne rapport, som er stilet til såvel styregrupperne i de kliniske kvalitetsdatabaser som ansatte indenfor Regionernes Kliniske Kvalitetsudviklingsprogram (RKKP).

Rapporten danner grundlag for følgende konklusioner og anbefalinger:

- Formålet med anvendelsen af mortalitet som en kvalitetsindikator i en given database bør afklares inden indikatoren defineres.
- Definitionen af indikatoren er afgørende for valg af variable og risikojusteringsmodel.
- En valideret indikator-specifikation i klar tekst er afgørende for at resultaterne og risikojusteringerne kan diskuteres. Denne tekst bør være formuleret, så den er let forståelig for relevante faggrupper. Teksten kan evt. suppleres med diagrammer (*box diagrams*). Validering af indikator-specifikationen kan foretages ved at to fuldstændig uafhængig af hinanden kan skrive programmer der beregner samme resultater (af de individuelle værdier af indikatoren for de enkelte personer/patienter) for flere år. Disse to programmer for beregning af indikatoren foretages uden kontakt til personen (eller gruppen), der har skrevet teksten for indikator-specifikationen.
- Afgrænsningen af patientgruppen og populationen er afgørende for resultaterne.
- Datakvaliteten er afgørende for resultaterne uanset valg af statistisk metode for beregning af de justerede mortalitetsestimater.
- Opfølgningstiden for indlæggelser eller behandlinger bør afgrænses til et bestemt tidsrum, f.eks. 30 dage, 1 år eller 5 år afhængig af hvor lang tid det forventes at behandlingskvaliteten kan have betydning, og hvornår rapporteringen ønskes i forhold til behandlingen. Hospitalsmortalitet bør undgås, idet den er afhængig af lokal praksis vedr. udskrivelse og overflytning.
- Valg af risikojusteringsvariable er afhængig den specifikke association der undersøges, herunder hvilket sygdomsområde man bevæger sig inden for. Det kan således ikke forventes at potentielle risikojusteringsvariable (confoundere) er identiske om man f.eks. undersøger dødelighed for psykiatriske patienter, lungecancerpatienter eller kronisk nyresvigtspatienter.
- Variable, som skal indgå i en risikojusteringsmodel, bør som udgangspunkt udvælges på baggrund af litteratur og klinisk viden, således at der vælges variable som både er associeret med behandlende enhed og er associeret med mortalitet, men som ikke er et led i årsagskæden (sv.t. at

- variablene skal opfylde kriterierne for at være confoundere). Variable som er en konsekvens af den tilstand eller behandling der undersøges, skal således ikke indgå i modellen.
- Som effektmål for mortalitet bør der under hensyntagen til det specifikke kliniske område, herunder international litteratur, vælges en af følgende mål hvor der tages højde for risikojusteringsvariable i multivariate regressionsmodeller:
 - Standardiseret mortalitetsratio (SMR) beregnet ved indirekte standardisering som observerede antal dødsfald divideret med forventede antal dødsfald (O/E-ratio).¹ Det forventede antal dødsfald i en enhed anbefales beregnet ved en eksisterende prædiktionsmodel (risikoscore) eller ved en model udviklet til databasen baseret på en multivariat logistisk regressionsanalyse som udvikles på hele datasættet og appliceres på enhedsniveau. Regressionsmodellen udvikles på landstal og selve regressionsmodellen er derfor mere robust end en model på enhedsniveau. Grundet usikkerhed på enhedsniveau, bør SMR dog ikke afrapporteres for enheder med mindre end ét forventet dødsfald, og forsigtighed bør udvises ved mindre end fem forventede dødsfald.² Modellen bør primært anvendes ved korttids follow-up (<1 år), idet modellen ikke tager højde for censurering, f.eks. ved emigration.
 - Odds ratio beregnet ved multivariat logistisk regression.¹ Risikojusteret odds ratio beregnes på enhedsniveau med hele landet som referencegruppe. Bør primært anvendes ved korttids follow-up (<1 år), idet modellen ikke tager højde for censurering ved emigration.
 - Hazard ratio beregnet ved multivariat Cox regressionsmodel. Kræver at hazards er proportionale under hele follow-up tiden, dvs. at enhed og risikojusteringsvariable har samme effekt på hazard i hele perioden. Såfremt dette ikke er tilfældet kan afrapportering deles op i flere tidsperioder. Er fordelagtig ved langtids follow-up (≥ 1 år), idet den tager højde for censureringer, f.eks. ved emigration.
 - Rate ratio beregnet vha. multivariat Poisson regression. Alternativ ved langtids follow-up (≥ 1 år). Kan ligesom hazard ratio splittes op i mindre tidsperiode.
 - Uanset metode, bør mortalitet kun sammenlignes mellem enkelte enheder når patientsammensætningen er identisk eller har betydelig overlap (kan f.eks. fastslås ved sammenligning af fordelingen af propensity scores). Derfor kan standardiserede mortalitetsratioer ikke bruges til at rangordne enheder, men skal primært anvendes til at identificere afvigende afdelinger (*outliers*), dvs. enheder, der enten har en lav dødelighed, eller har en høj dødelighed. De kan altså pege på hvilke afdelinger der bør foretage audit med henblik på at andre afdelinger kan lære af det der virker godt samt at identificere indsatsområder mhp. at forbedre kvaliteten.

- Derudover kan de standardiserede mortalitetsratioer anvendes til at følge ændringer over tid for den enkelte afdeling. Dette forudsætter dog at afdelingens egen patientsammensætning og registreringspraksis ikke ændres væsentligt over tid, hvilket også gælder for metoder udviklet til at følge ændringer over tid (statistisk proceskontrol / kontrolkort).
- De enkelte enheder skal være af en vis størrelse, for at mortalitetsestimater kan beregnes med tilstrækkelig præcision. De statiske modeller forudsætter et vist antal dødsfald (events) per enhed for at justeringen er mulig. En tommelfinger regel siger at der skal være 10 events per variabel der indgår i risikojusteringsmodellen. Som nævnt ovenfor bør SMR ikke afreporteres for afdelinger med mindre end ét forventet dødsfald.

Introduktion

Mortalitet er et hyppigt anvendt mål for udfaldet af alvorlige tilstande og indgår ofte som en resultatindikator for kvalitetsdatabaser, f.eks. indenfor cancer, akut kirurgi og intensiv terapi.

Det er dog væsentligt at understrege at død er slutresultatet af en lang række af forhold, hvoraf nogle ligger udover behandlingskvalitet, herunder patientens alder, kroniske sygdomme, og sværhedsgraden af tilstanden. En række af disse patientforskelle, samlet benævnt case-mix, må tages i betragtning for at en sammenligning af mortalitet på tværs af enheder (sygehuse eller afdelinger) bliver meningsfuld.

Sufficient risikojustering er således essentiel for at kunne vurdere om mortaliteten i en given enhed er afvigende og dermed bør lede til en audit mhp. at finde mulige kvalitetsbrist i behandlingen.

Denne rapport afdækker et projekt på tværs af Regionernes Kliniske Kvalitetsudviklingsprogram (RKKP), som havde det formål at belyse metoder til risikojustering af mortalitetsestimater. Projektet er støttet af RKKP's udviklingspulje og i projektgruppen indgår medarbejdere fra KCEB-Syd, KCEB-Nord og KCEB-Øst.

Projektet omfattede en gennemgang af den eksisterende litteratur, hvor risikojustering appliceres i studier af mortalitet. Derudover er udvalgte eksisterende risikojusteringsmetoder eksemplificeret ved hjælp af data fra Dansk Intensiv Database.

Nærværende rapport indledes med en gennemgang af centrale aspekter vedr. udarbejdelsen og forståelsen af risikojusterede mortalitetsestimater. Herefter opsummeres den eksisterende litteratur, med fokus på en opgørelse af, hvilke metoder der har fundet anvendelse til risikojustering af mortalitetsestimater. Disse metoder er beskrevet nærmere i afsnittet "Statistiske metoder". Til sidst gennemgås anvendelsen af udvalgte metoder på data fra Dansk Intensiv Database.

Måling af mortalitet

Mortalitet som kvalitetsindikator

Før det overhovedet giver mening at udføre risikojustering er det naturligvis afgørende at definere en indikator, så den afspejler den kliniske kvalitet så retvisende som muligt. Det ligger uden for denne rapportes sigte at diskutere hvornår mortalitet afspejler behandlingskvaliteten, og hvornår det måske ikke gør.³ Det vil ofte være forskelligt fra sygdomsområde til sygdomsområde, og forudsætter som minimum et indgående kendskab til klinisk praksis.

Fejlkilder

Mens risikojustering udføres for at håndtere det man i epidemiologien kalder confounding, findes der flere vigtige fejlkilder som kan have tilsvarende indvirkning på indikatoropgørelsen (Figur 1).

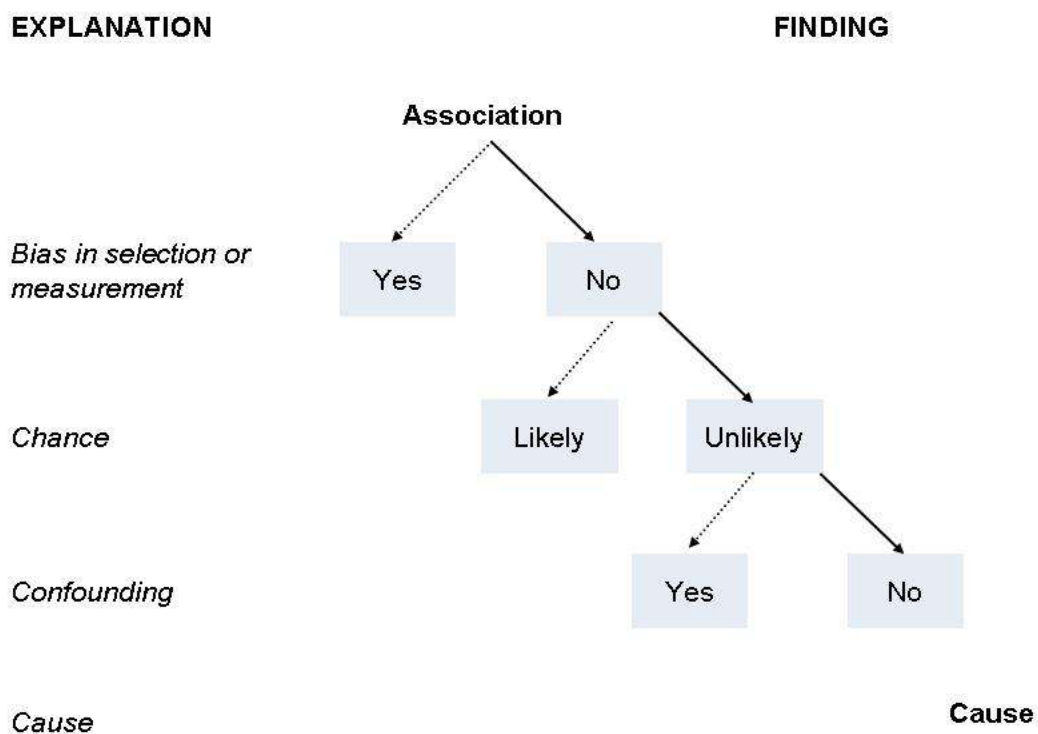
Datakvaliteten er således mindst lige så vigtig som valg af metode. F.eks. vil en indikator ofte omhandle andelen af patienter der behandles med en bestemt behandlingsmetode, som forudsættes at gavne patienternes prognose. Den slags opgørelser vil stille store krav til definitionen af den patientpopulation, der rent faktisk opfylder den kliniske indikation for denne behandlingsmetode. Det er selvfølgelig kun relevant at opgøre indikatoren i denne patientpopulation. Det stiller igen krav til komplementheden af data, der bruges til at definere den patientpopulation, som indikatoren skal opgøres for. F.eks. vil afgrænsning af patientpopulationer på baggrund af TNM cancerstadium kunne føre til selektion, hvis komplementheden af TNM registrering afhænger af alder og niveau af comorbiditet. Om det fører til en skævvridning (bias) af sammenligningen af afdelingernes indikatorresultater afhænger af, om den ukomplette kodepraksis er identisk for alle afdelinger. Det er i praksis meget vanskeligt at afgøre betydningen af ukomplette data og derfor er komplette data ofte en forudsætning for valide resultater. Vi har i Danmark, set i internationalt perspektiv, særdeles komplette data vedr. vitalstatus og migrationsstatus i kraft af Det Centrale Personregister. Dette giver optimale muligheder for at undgå selektion af patienter som resultat af manglende follow-up mht. død.

Ud over komplette data er det selvfølgelig vigtigt for retvisende indikatoropgørelser at de tilgængelige data er nøjagtige. Flere kliniske kvalitetsdatabaser er i dag baseret på forskellige eksisterende datakilder, primært Landspatientregisteret. Det er nødvendigt at sikre sig en tilstrækkelig kvalitet af disse datakilder, da risikojusteringen naturligvis afhænger af nøjagtige data på de faktorer man ønsker at justere for. Men det har også vist sig, at primær dataopsamling af kvalitetsdata kan have varierende kvalitet, som bl.a. er afhængig af tilstrækkelig vejledning og træning i kodning.⁴ Amerikanske studier har desuden vist at kodepraksis kan blive påvirket i en retning, der fører til bedre placering i kvalitetsrapporter. Fænomenet, kaldet "gaming", kan f.eks. føre til overdreven kodning af comorbiditet, uden tilstrækkeligt klinisk grundlag, hvilket kunstigt kan forbedre mortalitetsestimater efter justering.⁵

I tillæg til ovennævnte potentielle fejlkilder, som i (Figur 1) benævnes "Bias in selection and measurement", er det også nødvendigt at vurdere præcisionen af indikatoropgørelsen. Dvs. vurdere i hvilket omfang ren tilfældig variation bidrager til indikatoropgørelsen, hvilket i figuren er benævnt "Chance". Dette vil både afhænge af antallet af patienter der indgår i opgørelsen, af styrken af den valgte statistiske metode, samt af størrelsen af en evt. afvigelse af et indikatorresultat. I afreporteringen af indikatorerne kan opgørelsernes præcision vurderes vha. konfidensintervallerne som ledsager indikatorresultaterne.

Ovennævnte fejlkilder kan true en valid indikatoropgørelse og de kan ikke opvejes af forskellige risikojusteringsmetoder, som derimod tager højde for forskelle i case mix (i Figur 1 benævnt confounding).

I gennemgangen af fejlkilder i indikatoropgørelsen er det også vigtigt at understrege, at sammenligning af risikojusterede estimater imellem enheder kun giver mening, hvis der er et tilstrækkeligt overlap i case mix mellem de enheder der sammenlignes.⁶ Dette kan umiddelbart gøres ved sammenligning af de patientkarakteristika og prognostiske faktorer der ofte beskrives i appendix i databasernes årsrapporter. Det er også muligt grafisk at sammenligne patientsammensætningen imellem enheder ved fordelingen af propensity scores, som er et udtryk for den enkelte patients sandsynlighed for at være indlagt på en enhed, givet alle patientens karakteristika/prognostiske faktorer.



Figur 1. Figuren illustrerer de faktorer der potentielt kan forklare en observeret association. Det kunne være en afdelings afvigende indikator resultat. Se teksten for nærmere forklaring. Figuren er fra bogen *Clinical Epidemiology – the essentials* af Fletcher and Fletcher.⁷

Tidsvindue for mortalitetsmål

Valg af opfølgningstid kan have afgørende betydning for resultaterne af risikojusterede relative mortalitetsestimater. Død indenfor hospitalsindlæggelse (eller indenfor intensivindlæggelse) anvendes hyppigt, men er påvirkelig af indlæggelsesvarighed og dermed af organisering og lokale procedure for udskrivelse og overflytning til andre enheder. Et nyligt amerikansk studie har vist, at der er betydelig forskelle i indlæggelseslængde for akut myokardieinfarkt, pneumoni, og hjerteinsufficiens blandt inkluderede hospitaler og at 8-15 % af hospitaler får en anden rangering ved risiko-standardiseret mortalitetsrate baseret på 30-dages mortalitet fremfor in-hospital mortalitet.⁸ Problemet bliver særlig udtalt, hvis mortalitet følges over en årrække idet indlæggelsestiden generelt er blevet kortere.⁹ Begge studier bekræfter således internationale anbefalinger om anvendelse af en fikseret tidsperiode ved sammenligning af mortalitetsestimater. Dette er uproblematisk i Danmark, hvor patienterne kan følges vha. CPR-registeret.

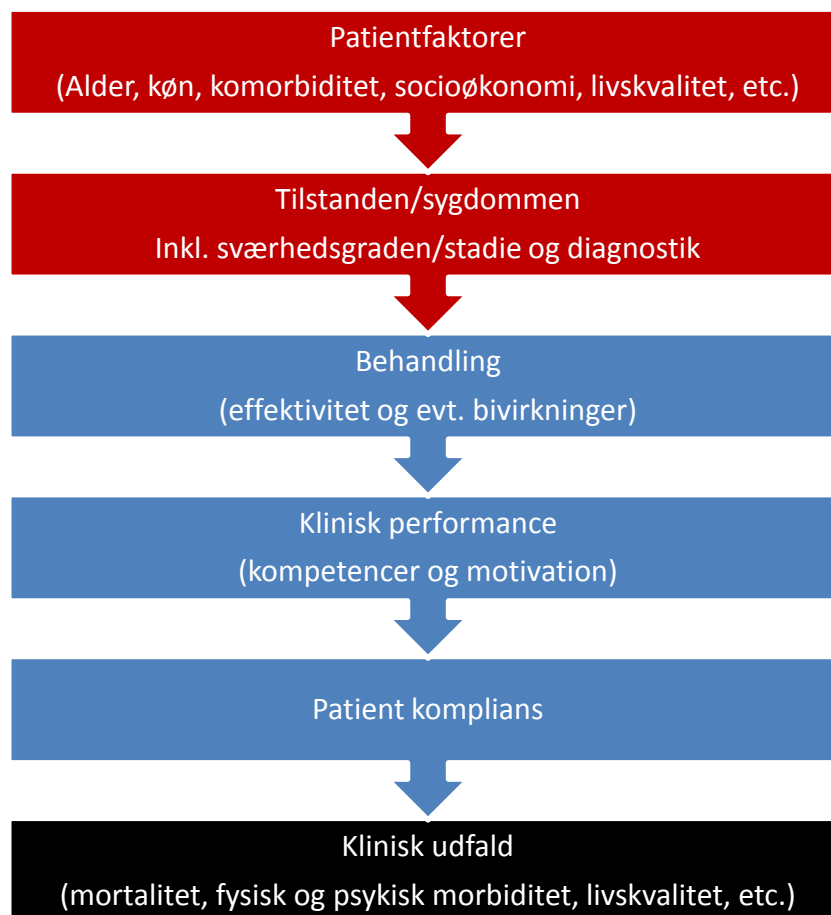
Hvilket tidsvindue der bør vælges afhænger af hvor lang tid det forventes at behandlingskvalitet har betydning for dødeligheden, og hvornår man ønsker at rapportere resultater i forhold til behandlingen. For akutte tilstande, som f.eks. intensivindlæggelse eller perforeret mavesår, vil 30 dage ofte være tilstrækkeligt, medens der for f.eks. cancersygdommene ofte er behov for længere opfølgning på f.eks. 1 og 5 år.

Identifikation af variable der skal anvendes til risikojustering

Valg af de variable, der skal tages højde for i en risikojusteringsmodel er afgørende for at opnå valide resultater. Variable, som skal inkluderes, skal således opfylde de klassiske kriterier for en confounder. Det vil sige, at de skal være associeret både med eksponeringen (enheden), udfaldet (død), uden at være et led i årsagssammenhængen (intermediært step). Det er således væsentligt at bemærke, at variable der anvendes til risikojustering ikke bør være en konsekvens af den intervention, der sammenlignes (intermediær step), idet sådanne variable kan være direkte udtryk for den behandlingskvalitet der ønskes undersøgt. Når død er det udfald der betragtes, er det således afgørende at identificere variable, som er associeret med dette uden dog at inkludere variable som kan være konsekvenser af et evt. kvalitetsbrist.¹⁰

Ved udvælgelsen af variable er det væsentligt at holde sig for øje at dødeligheden efter en sygdom afhænger af flere faktorer, bl.a. patient-relaterede faktorer, behandlingens effektivitet, og behandlingskvaliteten. Desuden kan en observeret overdødelighed skyldes ren statistisk tilfældighed.¹¹

Figur 2 illustrer hvorledes de forskellige faktorer kan påvirke dødeligheden. Ved risikojustering er fokus på klinisk performance, om end man ofte måler en kombination af behandling, klinisk performance og patient komplians.



Figur 2. Faktorer af betydning for udfaldet af en tilstand/sygdom. Faktorer som har betydning for modellen er anført i røde bokse, medens de blå bokse repræsenterer den samlede kæde som typisk sammenlignes i en klinisk kvalitetsdatabase. (Figuren er inspireret af Sackett's model for determinanter for klinisk udfald,¹² samt af lezzoni's illustration af faktorer af betydning for behandlingseffektivitet)¹¹

Tidsvindue og variabelformat for inkluderede risikofaktorer

Ved inklusion af variable i en risikojusteringsmodel skal det overvejes hvor lang en tidsperiode der skal indhentes information over.² Modsat mange andre lande, har vi i Danmark mulighed for at tage højde for variable tilstede før aktuelle indlæggelse. Det gør det nemmere at adskille komorbiditet fra komplikationer ved at bestemme graden af komorbiditet udelukkende ud fra diagnoser, patienter har fået før aktuelle indlæggelse (se Appendix for diagnosekoder der anvendes til beregning af Charlson komorbiditetsindex ved

KCEB-Nord og KCEB-Syd). Disse muligheder giver dog også anledning til overvejelser om hvor langt tilbage i tid information skal indhentes. Den tidsmæssige effekt må vurderes for hver enkelt variabel i modellen, idet det f.eks. vil være relevant at inkludere kroniske sygdomme diagnosticeret f.eks. 10 år før aktuelle forløb, hvorimod biokemiske eller fysiologiske forandringer formentlig bør måles umiddelbart før indlæggelse/intervention. For akutte tilstande, vil man ofte anvende sværhedsgrad af sygdommen bedømt indenfor f.eks. 24 timer efter indlæggelse, hvilket dog kan være problematisk idet disse vil være påvirkelige af initial behandling (eller mangel på samme), ligesom observation i 24 timer forudsætter at patienten overlever, hvorved der introduceres "udødelig tid" (immortal time) som kan give bias ifbm. en overlevelsesanalyse medmindre man først starter opfølgningen efter de 24 timer.

Derudover bør variabernes format overvejes. Nogle variable er naturligt dikotome, kategoriske eller kontinuerte. Det kan dog ofte være nødvendigt at transformere, kategorisere eller dikotomisere kontinuerte variable af hensyn til den statistiske model.

For yderligere information om opbygning af de statistiske modeller henvises til lærebøger indenfor emnet.^{2;13;14}

Litteratursøgning

For at undersøge hvilke metoder der har fundet anvendelse til risikojustering af mortalitetsestimater, blev der foretaget en søgning på PubMed med emneordene (*MESH-terms*):

("Risk Adjustment/methods"[Mesh]) OR "Benchmarking/methods"[Mesh] AND mortality[Mesh]

Søgningen gav 133 artikler ved seneste opdatering 1. august 2013. Titler og abstract blev gennemlæst mhp. udvælgelse af væsentligste artikler, som kunne danne grundlag for overblik over tilgængelige metoder.

Desuden indgik en lærebog i emnet som reference.²

Opsummering af litteratursøgning

De gennemgåede studier er opsummeret i tabel 2. Studierne omhandler en bred vifte af patientpopulationer enten afgrænset ved diagnoser, alder, indlæggelsestype (generel eller intensiv) eller behandling. Den overvejende del af studierne omhandler intensivpatienter. De hyppigste diagnoser omfattede kardiovaskulære sygdomme, primært myokardieinfarkt og apopleksi, og cancer, herunder lungecancer, kolorektalcancer, urologisk cancer, øsofagus cancer og pancreas cancer. En del studier omhandler pædiatriske og pædiatriske intensiv patienter.

Den største del af studierne omhandler hospitalsmortalitet, dvs. død under indlæggelse. En del omhandler 30-dages mortalitet og få omhandler mortalitet efter 1 år eller mere.

Det mest udbredte mål er SMR baseret på en indirekte standardisering (O/E-ratio), hvor det forventede antal dødsfald er beregnet ved en logistisk regressionsmodel.^{15;16} Sidste model er i flere studier opbygget som en hierarkisk model, som tager højde for *clustering* (som forklares senere i denne rapport). Derudover er der en række studier som belyser anvendelsen af kontrolkort (statistisk proceskontrol) til at følge ændringer over tid.

Statistiske metoder

Der anvendes adskillige og til tider meget komplekse statistiske metoder til risikojustering, og følgende har til hensigt at give et overblik over de hyppigst anvendte metoder.

Restriktion og stratifikation

Restriktion eller stratifikation på patienttyper er enkle og effektive metoder til håndtering af case-mix (confounding) af patienttype. Principielt foretages restriktion i designfasen, hvorved dataindsamling kun er nødvendig for den restringerede population. Stratifikation foretages i analysefasen, men effekten er den samme. I praksis anvendes begreberne dog ikke konsekvent, og ofte anvendes stratifikation når hele patientgruppen opdeles i mindre undergrupper, hvorimod restriktion anvendes ved afgrænsning af patientgruppen til en specifik undergruppe.

Metoderne anvendes bl.a. i prostatacancer databasen, hvor enkelte indikatorer kun opgøres for patienter med specifikke tumor stadier og PSA niveauer. Metoderne anvendes også i Dansk Intensiv Database, hvor der udgives særskilte rapporter stratificeret på patientens indlæggelsesårsag (akut kirurgisk, elektiv kirurgisk, medicinsk), og restringeret til patienter indlagt mere end 24 timer på intensivafdeling, patienter med thoraxkirurgisk stamafdeling og til patienter med neurokirurgisk stamafdeling.

Fordelen ved metoderne er at de er enkle at applicere og nemme at formidle. Ulempen er at det er vanskeligt at håndtere mere end en variabel ad gangen, hvorfor disse metoder sjældent står alene. Selv med de mere avancerede metoder, som beskrives i det efterfølgende kan det være relevant at foretage restriktion/stratifikation i de tilfælde hvor det er klinisk meningsfuldt at afrapportere separat for visse patienttyper.

Indirekte og direkte standardisering

Indirekte standardisering er en hyppig anvendt metode til at beregne et relativt mål for dødeligheden, benævnt standardiseret mortalitsratio (SMR). Ved denne metode sammenlignes den observerede dødelighed (O) i en given enhed med den forventede dødelighed (E) givet enhedens patientsammensætning¹:

$$\text{SMR} = O / E$$

Den forventede dødelighed (E) kan beregnes ved forskellige metoder. Ved den simpleste metode beregnes stratumspecifik dødelighed for alle enheder, f.eks. indenfor alle kombinationer af køn, aldersgruppe og komorbiditetsniveau. Herved opnår man en forventet dødelighed, som kan appliceres til en enheds patientsammensætning ved blot at summere forventet dødelighed for hver patient indenfor enheden. Denne metode anvendes aktuelt i Dansk Intensiv Database.

Alternativt, kan den forventede dødelighed beregnes ved en prædiktionsmodel¹⁷ baseret på en multivariat logistisk regressions model indeholdende alle potentielle prædiktorer for død, jf. tidligere gennemgang af overvejelser omkring valg af variable. Den statistiske model kan valideres og optimeres vha. gængse metoder.¹⁷⁻²⁰ Denne metode er hyppigt anvendt indenfor intensivterapien, hvor f.eks. SAPS II scoren er udviklet på baggrund af en sådan model.²¹

Ved direkte standardisering estimeres dødeligheden for en, evt. hypotetisk, standardpopulation med en specifik sammensætning af relevante risikofaktorer. Alle mulige kombinationer af risikofaktorerne forekommer i grupper af standardpopulationen, og det er muligt at udregne det antal dødsfald der ville forekomme i hver gruppe, ved applicering af relevante specifikke mortalitetsrater fra tilsvarende grupper af den population man undersøger. Det samlede antal dødsfald lægges sammen, og divideres med det totale antal personer i standardpopulationen. Herved kan der præsenteres en absolut standardiseret mortalitetsrate eller mortalitetsrisiko. Metoden er dog ikke særlig udbredt ved sammenligning af enheder, men anvendes derimod til sammenligning af den cancerrelaterede dødelighed mellem lande.²²

Regressionsmodel til estimering af forventede antal dødsfald (E)

Som nævnt ovenfor kan SMR beregnes ved at bestemme det forventede antal dødsfald ud fra en multivariat regressionsmodel. Regressionsmodellen er en teknisk løsning på det problem, at der bliver rigtig mange patientgrupper, når man vil justere for flere diskrete variable på én gang. Derudover giver regressionsmodellen mulighed for at inkludere kontinuerte variable, og for at begrænse justeringen til lavere-ordens interaktioner. Der anvendes en logistisk regressionsmodel når udfaldet er dikotomt (død

indenfor en given tidsperiode: ja/nej). Relevant alternativ er en Cox-regression for censurerede data for tid til outcome.

Det er ikke nødvendigt at udvikle og validere en decideret prædiktionsmodel for at estimere det forventede antal dødsfald, idet dette kan gøres umiddelbart i en logistisk regressionsmodel. For visse sygdomsområder findes der dog allerede en eksisterende prædiktionsmodel, som kan anvendes til at estimere det forventede antal dødsfald på enhedsniveau. Formålet med en prædiktionsmodel er at etablere en statistisk model, som kan forudsige det sandsynlige udfald af en given intervention eller tilstand på individniveau.¹⁷⁻²⁰ Modellen udvikles typisk i f.eks. halvdelen eller 2/3 af den relevante population og valideres i den resterende del. Alternativt kan validering ske ved bootstrapping eller ved Bayesianske metoder. Som en del af modeldiagnostikken vurderes hvor godt modellen passer på data ("fitting"). Ved validering arbejdes overordnet med to begreber: diskrimination og kalibrering. Diskrimination er modellens evne til at adskille de patienter der dør, fra de som ikke dør, indenfor det givne tidsvindue. Dette beskrives ofte som area under *Receiver Operating Characteristics (ROC)* kurven (= *c statistics*). Denne kurve repræsenterer 1-specificitet på x-aksen og sensitivitet på y-aksen.¹³

Kalibreringen er modellens evne til at prædiktere dødsfald henover forskellige niveauer, f.eks. 10 niveauer, af forventet dødelighed. Denne kan grafisk afbilledes og testes ofte med Hosmer-Lemeshow test.

Som nævnt ovenfor kan eksisterende prædiktionsmodeller anvendes til at prædiktere det forventede antal dødsfald. Som et eksempel kan man ved hjælp af de koefficienter, der er publiceret i artiklen kan man ud fra en patients SAPS II score beregne den forventede dødelighed og summere denne op for alle patienter på enhedsniveau og dermed beregne SMR i forhold til den oprindelige population i studiet. Det er dog væsentligt at bemærke at en model, trods validering, kan være behæftet med usikkerhed ved applicering på andre enheder eller i andre tidsperioder, hvilket kan nødvendiggøre re-kalibrering (se nedenfor).²³ I stedet for at anvende en allerede eksisterende score, er det oplagt at udarbejde den en regressionsmodel på egne data hvilket giver mulighed for at inkludere flere variable. Dette anvendes i dag ved beregning af hospitalstandardiserede mortalitetsratioer (HSMR). Det bør dog bemærkes, at et evt. afvigende hospital vil indgå i modeludviklingen, hvilket kan betyde at en sådan afvigelse ikke identificeres. Det er derfor foreslået at der suppleres med en kryds-validering, hvor det enkelte hospital ikke indgår i modeludviklingen som derfor kan bruges til at forudsige mortaliteten for patientsammensætningen på en given enhed, hvis patienterne var indlagt på en anden enhed.⁶

Kalibrering af prædiktionsmodel til nye data

Eksisterende prædiktionsmodeller er udviklet på en given population og trods validering kan en model som nævnt ikke nødvendigvis appliceres på en anden population; geografisk eller tidsmæssig.

Som et eksempel er SAPS II score udviklet og publiceret i starten af 1990'erne,²¹ men idet dødeligheden for intensivpatienter er faldende er der behov for en kalibrering af modellen til nyere data.²⁴

Den mest simple kalibrering foretages ved en re-skalering vha. af en konstant (k) beregnet som $k = \text{populations gennemsnitsdødelighed} / \text{prædikteret gennemsnitsdødelighed}$. Mere fleksible metoder er dog tilgængelige, hvis ændringen ikke er proportional.² I sin revision af SAPS II scoren, foretog Le Gall og medforfattere dels en ny beregning af koefficienterne i prædiktionsmodellen og dels tilføjede de nye variable, hvilket optimerede både kalibrering og diskrimination.²⁴

For de sygdomsområder, hvor der allerede ligger et scoringssystem til prædiktation af død, er det således forholdsvist enkelt at kalibrere modellen til danske nutidige forhold, hvilket må anbefales.

Referencen/landsgennemsnittet for den tilsvarende SMR bliver således 100 efter kalibrering.

Regressionsmodeller

En multivariat regressionsmodel kan også anvendes direkte til at estimere associationsmål, som sammenligner dødeligheden imellem enheder, typisk en logistisk regressionsmodel.¹

Udvælgelsen af variable, sker som skitseret tidligere. Formålet med en sådan model er at justere for case-mix og anden confounding, snarere end at sikre optimal prædiktation af fremtidige events. Derfor giver det ikke mening at kontrollere kalibrering og diskrimination for en regressionsmodel anvendt til risikojustering.

Som et eksempel anvendes i Akut Kirurgi Databasen logistisk regression til at beregne odds ratio for død indenfor 30 dage efter blødende eller perforeret mavesår for de enkelte regioner, sammenlignet med landsgennemsnittet. I modellen for perforeret mavesår tages der højde for køn, alder, komorbiditet, alkoholforbrug, body-mass-index, samt tid fra indlæggelse til operation. Særlig ved beregning af estimater for langtidsmortalitet bør der overvejes at anvendes Cox regression, som bygger på tid til udfald og som tager højde for censureringer under follow-up.

Andre metodologiske overvejelser

Hierarkiske modeller

Traditionelle statistiske metoder antager at alle observationer er uafhængige (*fixed effect* model). Patienter indlagt på samme sygehus kan dog være mere ensartede end hele populationen og denne afhængighed indenfor en gruppe betegnes *clustering*. De metoder som i dag anvendes af kliniske kvalitetsdatabaser i Danmark, tager ikke højde for at patienternes *clustering* indenfor sygehusene, men kun patientfaktorer i en *fixed effect* model.

Mere moderne metoder til estimering af SMR tager højde for at variation sker såvel imellem patienter, som imellem sygehuse, hvilket benævnes en *multilevel* eller *hierarkisk* model (variation mellem hospitaler inkluderes således i en *random effect* model).²⁵ Metodens virkning er bl.a. illustreret i et studie, som sammenlignede metoder til sammenligning af behandling af akut myokardieinfarkt, hvor en hierarkisk model gav anledning til færre afvigende hospitaler.²⁶

Bayesianske metoder

Kvalitetsdata bør tjene til løbende monitorering af ændringer i kvaliteten. Dog bygger traditionelle statistiske metoder (*frequentist approach*) ofte på antagelsen om at hændelser er uafhængige af tidligere hændelser. Derimod bygger Bayesianske metoder (*Bayesian approach*) på tidligere opfattelse om den mulige værdi og korrigerer denne ud fra det observerede. Bayes justering kan give mere troværdige estimater, idet større tilfældige variationer reduceres (afvigende estimater 'trækkes' ind mod 'midten').²⁷ Derved reduceres det problem, at små enheder har større sandsynlighed for at blive udpeget som afvigende alene pga. større variation. Anvendelse af empirisk Bayes justering synes lovende og anvendes ved beregning af hospitals-standardiserede mortalitetsratioer (HSMR), om end den endnu ikke har vundet bredt indpas i de kliniske kvalitetsdatabaser Danmark.

Kontrollkort

Kontrollkort anvendes til at følge en enheds performance henover tid og inkluderer ofte viden om tidligere dødsfald og forudsætter også risikojustering. Fordelen ved kontrollkort er, at mulige afvigelser i dødelighed detekteres hurtigere end ved f.eks. sammenligning af SMR over tid.²⁸ Risikojusterede kontrollkort er dog på samme måde følsom for ændringer i patientsammensætning og registreringspraksis over tid.

Sammenligning over tid ligger udover emnet for denne rapport. For detaljeret gennemgang af emnet henvises til igangværende RKKP-projekt om dette.

Sammenligning af mortalitet mellem afdelinger

Som beskrevet i det ovenstående er formålet med risikojustering af mortalitetsestimater at give et mål for mortaliteten for en given enheds patientsammensætning sammenlignet med alle øvrige enheder. Kun under særlige omstændigheder vil patientsammensætningen være så ensartet, at direkte sammenligning mellem to afdelinger kan retfærdiggøres, også for de justerede mål. Derfor bør tilgængelige patientkarakteristika studeres nøje og betydningen af umålte forskelle bør overvejes før en evt. sammenligning. Det er muligt at samle alle (observerede) patientkarakteristika i én værdi, en *propensity score*, som udtrykker sandsynligheden for at en patient med en given sammensætning vil blive indlagt på en given enhed. I en multinomial logistisk regressionsmodel er det således muligt at beregne en sådan *propensity score* for hver patient for hver enhed, som således udtrykker sandsynligheden for indlæggelse på hver enhed.⁶ Herved er det vha. histogrammer for fordelingen af *propensity scores* på enhedsniveau muligt at vurdere om to afdelinger har så meget overlap i patientkarakteristika at sammenligning er rimelig.⁶

Som tidligere nævnt kan stratifikation også anvendes til at gøre patienterne mere sammenlignelige og dermed forbedre muligheden for at sammenligne på tværs af enheder, særlig hvor dikotome eller kategoriske variable udgør en betydelig kilde til case-mix.

Performance på tværs af risikoprofil

Ét tal kan vanskeligt udtrykke en enheds samlede behandlingskvalitet. Særligt når der er tale om heterogene patientgrupper. Indenfor intensivterapi er det således foreslået, at illustrere den relative risiko for død som funktion af den forventede dødelighed, i dette tilfælde beregnet vha. SAPS II score.²⁹ Denne grafiske illustration gør det muligt at se hvordan en enhed klarer sig på tværs af sværhedsgrad af sygdom, f.eks. kan visse enheder være bedre end forventet til at behandle lav-risiko og omvendt kan andre være bedst til at behandle høj-risiko patienter.

Risikojustering eksemplificeret ved data fra Dansk Intensiv Database

Problemstillingen omkring risikojustering i Dansk Intensiv Database

Dansk Intensiv Database (DID) indeholder data for alle patienter indlagt på intensivafdelinger i Danmark, hvilket er ca. 30.000 patienter årligt.³⁰

Databasen er baseret på data indberettet til Landspatientregisteret (LPR). Foruden de variable, som indberettes til LPR af hensyn til DRG-afregning, har DID indført en række nye variable som er nødvendige af hensyn til beregning af de fastsatte indikatorer. SMR indgår som en indikator i DID og beregnes for såvel intensivdødelighed, hospitalsdødelighed, 30-dages og 90-dages dødelighed. Dog fokuseres der på 30-dages dødelighed fra og med 2012. Risikojusteringen foretages ved indirekte standardisering iht. patientsammensætning mht. køn, alder og komorbiditetsniveau, vurderet ved Charlsons komorbiditetsindex (se Appendix for anvendte koder ved KCEB-Nord).³¹⁻³³ Det er vist at Charlsons komorbiditetsindex, sammen med andre variable tilgængelige i eksisterende registre, kan prædiktere dødelighed på niveau med kliniske scoringssystemer for sværhedsgrad af sygdom.³⁴

Der er dog fortsat et vedholdende ønske om at forbedre risikojusteringen i databasen, f.eks. med anvendelse af Simplified Acute Physiology Score (SAPS) II,²¹ som internationalt er udbredt. Dette er i DID's årsrapport for 2011 og 2012 anvendt parallelt med den eksisterende risikojustering.³⁵ Dog er modellen ikke re-kalibreret til nutidige danske forhold, hvilket må betragtes som en forudsætning for fremtidig anvendelse.²³

Tilgængelige data

Væsentligste data fra LPR og CPR registeret som er inkluderet i DID er tabuleret nedenfor.

| Tabel 1. Oversigt over variable i Dansk Intensiv Database. | | |
|--|---|--|
| Navn | SKS-kode | Format |
| Intensiv observation/terapi | NABE/NABB | |
| Dato og klokkeslæt for intensiv indlæggelse | Proceduretidspunkt for NABE/NABB | Dato+klokkeslæt |
| Dato og klokkeslæt for intensiv udskrivelse | ZTåååmmdd ZUttmm | Dato+klokkeslæt |
| Respiratorbehandling | BGDA0 | Dikotom, ja/nej |
| Varighed af respiratorbehandling | +ATTxxx | Antal timer/dage/uger |
| Non-invasiv ventilation | BGDA1 | Dikotom, ja/nej |
| Akut dialysebehandling | BJFD0 | Dikotom, ja/nej |
| Inotropi-/vasopressor-behandling | BFHC92, BFHC93, BFHC95 | Dikotom, ja/nej |
| SAPS II score | +ZRRBxx | Værdi: 0-163 eller xx=uoplyst (Kun relevant for personer indlagt > 24 timer på intensiv) |
| Patientkatagori | | Medicinsk, Akut kirurgisk, Elektiv kirurgisk |
| Afslutningsmåde | +ZBAxx | Overflyttet til stamafdeling, Overflyttet til stamafdeling pga. kapacitetsproblemer, Død på intensiv afdeling, Overflyttet til anden intensiv afdeling, Overflyttet til anden intensivafdeling pga. kapacitetsproblemer |
| Charlson komorbiditetsindex | (alle diagnoser i LPR fra 1977 til indlæggelsestidspunkt) | |
| Vital status | ("status", CPR- registeret) | I live, Død, Emigreret |
| Dato for vital status | ("status dato", CPR- registert) | Dato |
| Kommunekode | | |

Applicerede metoder

Ved brug af data fra Dansk Intensiv Database 2008-2011 er udvalgte metoder søgt appliceret på disse data. Der er både lavet en række forskellige beregninger af SMR, ligesom der er foretaget beregning af OR. Disse er kort opsummeret nedenfor. For detaljeret statistisk beskrivelse, se Appendix 1 og 2.

Standardiseret mortalitetsratio

Følgende fire SMR mål blev appliceret og sammenlignet²⁵:

1. SMR1 er eksponentialfunktionen på den estimerede tilfældige effekt - eller i modellen med systematisk virkning af 'enhed' - eksponentialfunktionen på kontrasten mellem det estimerede niveau for 'enheden' og det gennemsnitlige niveau.^{25;36}
2. SMR2 er en ratio med det observerede antal events og et forventet antal events (hvis disse patienter var behandlet på en gennemsnitlig enhed).
3. Ved SMR3 estimeres en ratio ved modellens skæring, ved 'laveste risiko patienter'. (SMR3 er forsøgt beregnet, men resultater vises ikke ved denne rapport, idet kilden²⁵ her til denne størrelse er, som ikke synes at være præcis. SMR3 afhænger af definitionen af "lowest risk patients".)
4. SMR4 er en ratio med det forventede antal events for den pågældende enhed, og det forventede antal events for den pågældende enhed, hvis disse patienter var behandlet på en gennemsnitlig enhed.

Disse blev beregnet vha. følgende statistiske modeller:

- Multipel logistisk regression med systematisk virkning af 'unit',
- GLIMMIX model med et binomialfordelt respons
 - og en normalfordelt tilfældig effekt af unit (Empiriske Baysianske Estimerer)
- COX-regressions-model med
 - systematisk virkning af 'unit',
 - eller tilfældig virkning af 'unit' i frailty-model.

For hver mål og model er der anvendt forskellige kombinationer af variable i risikojusteringsmodellen, herunder med interaktionsled (vekselvirkning):

1. Komorbiditet (1 variabel),
2. Komorbiditet, og alder (2 variable),

3. Komorbiditet, alder og køn (3 variable),
4. Indlæggelsestype, komorbiditet, alder og køn (4 variable),
 - a. som hovedvirkninger (4@1),
 - b. med alene hovedvirkninger og 1. ordens vekselvirkninger (4@2)
 - c. eller med den fulde model (4@4),
5. SAPSScore, indlæggelsestype, komorbiditet (2: det seneste år før indlæggelse), alder og køn (5 variable);

3 modeller med henholdsvis

 - a. kun hovedvirkninger (5@1),
 - b. hovedvirkninger med 1. ordens vekselvirkninger (5@2), og
 - c. hovedvirkninger med 1. og 2. ordens vekselvirkninger (5@3), og
6. SAPSScore, indlæggelsestype, komorbiditet (2: det seneste år før indlæggelse og 3: fra 1978 til 1 år før indlæggelse), alder og køn (6 variable); Idet komorbiditet (2 og 3) også indgår som kontinuert kovariat ses her på 3 modeller med henholdsvis:
 - a. kun hovedvirkninger (6@1+2),
 - b. hovedvirkninger med 1. ordens vekselvirkninger (6@2+2), og
 - c. hovedvirkninger med 1. og 2. ordens vekselvirkninger (6@3+2).

Opsummerende viste arbejdet at SMR1 er et godt valg, som giver resultater som er sammenlignelige med den "historiske" indirekte beregning af SMR men tillader en mere raffineret analyse.

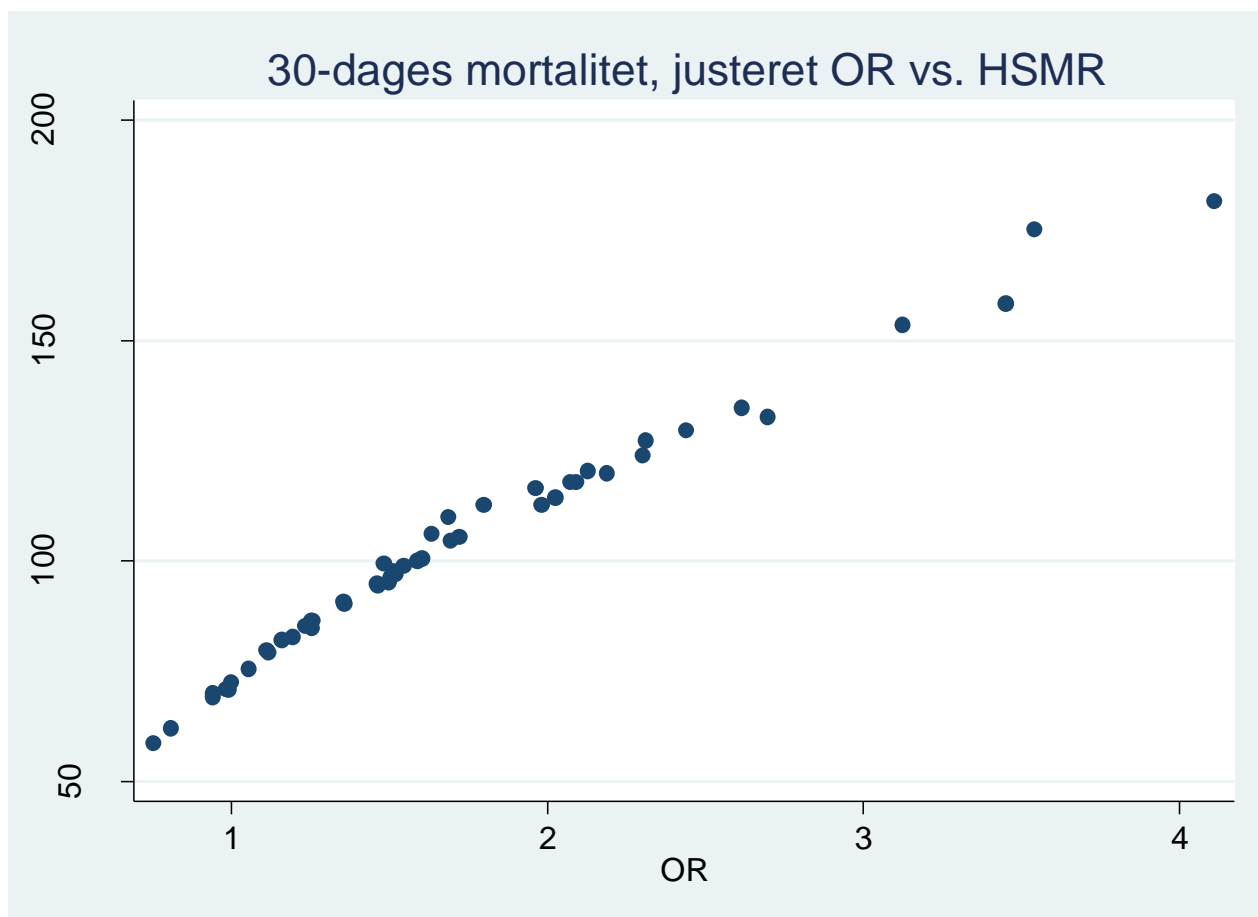
Som forventet har valg af variable i risikojusteringsmodellen væsentlig betydning – op til og med modellen med 4 variable. Effekten af inklusion af SAPS II score og komorbiditet som kontinuert variabel er på niveau med effekten af f.eks. data-afgrænsning (se side 7 i Appendix 1 for definition af datasæt).

For detaljer, se Appendix 1.

Regressionsanalyse

En logistisk regressionsmodel blev appliceret hhv. med og uden effekt af enhed (*random effects*). Modellen inkluderede alder (kontinuert variabel), SAPS II score (kategorisk inkl. kategori for manglende SAPS II score). Manglende SAPS II score kan enten være pga. manglende registrering eller fordi den ikke er relevant for personer indlagt < 24 timer), indlæggelsestype (kategorisk), Charlson komorbiditetsindeks (i tre grupper baseret på diagnoser hhv. indenfor 1 år før og imellem 1 år før og tilbage til 1978).

Modellen med inklusion af effekt af enhed synes ikke at ændre parametrene væsentligt. Ved sammenligning af OR med SMR ses stort set lineær sammenhæng (Se figur nedenfor). På baggrund af dette synes OR at være et ligeværdigt alternativ til SMR. Detaljer kan ses i Appendix 2.



Diskussion

Denne rapport gennemgang af medicinsk litteratur vedr. sammenligning af mortalitet til kvalitetsmonitorering viser at SMR beregnet ved indirekte standardisering er den metode der har fundet hyppigst anvendelse til risikojustering af mortalitetsestimater. SMR sammenligner det observerede med det forventede antal dødsfald. Der er en lang række forskellige metoder til estimering af det forventede antal dødsfald, fra den mest simple summering af de enkelte patienters stratum specifikke mortalitets-sandsynligheder til mere avancerede regressionsmodeller. Regressionsmodeller synes at have en række fordele og kan forfines med hensyntagen til patienters afhængighed indenfor sygehuset ("clustering") og henover tid (Bayesiansk metode).

Da de risikojusterede mortalitetsestimater er beregnet ud fra patientsammensætningen på en given afdeling kan de kun anvendes til at sammenligne med afdelinger med samme patientsammensætning. I praksis betyder det at estimaterne kun bør bruges til at detektere afvigelser som kræver nøjere undersøgelse samt til at følge en enkelt afdelings udvikling henover tiden. Det ligger udover denne rapport's formål at beskrive statistisk proceskontrol, herunder kontrolkort, som kan anvendes til at følge ændringer over tid. Disse metoder har dog tilsvarende udfordringer hvad angår risikojustering.

Konklusion

Mortalitet bør måles indenfor en fikseret tidsperiode på f.eks. 30 dage, 1 år eller 5 år afhængig af tilstanden. Hospitalsmortalitet bør undgås idet denne afhænger af lokal praksis vedr. overflytning og udskrivelse fra hospitalet.

Mortalitetsestimater er et udfordrende mål for kvalitet, idet det er slutresultatet af en lang række faktorer udover behandlingskvaliteten. Det er derfor afgørende at der tages hensyn til disse faktorer ved en risikojustering. Risikojustering stiller store krav til at de rigtige variable er til rådighed til at beskrive disse faktorer, herunder patientsammensætningen (case-mix), og at datakvaliteten af disse variable er tilstrækkelig. Valg af variable og kvaliteten af disse er vigtigere end valg af statistik metode.

Valget af effektmål afhænger af det kliniske område, herunder follow-up tid og internationale præferencer. Som udgangspunkt står valget imellem standardiseret mortalitetsratio (SMR), odds ratio, hazard ratio og rate ratioer.

Uanset effektmål og metode, bør mortalitetsestimater ikke sammenlignes på tværs af afdelingerne, medmindre der er betydelig overlap imellem patienttype (case-mix), hvilket som minimum bør vurderes

ved sammenligning af patientkarakteristika og prognostiske faktorer imellem enhederne for den enkelte database.

Referencer

- (1) DeLong ER, Peterson ED, DeLong DM, Muhlbaier LH, Hackett S, Mark DB. Comparing risk-adjustment methods for provider profiling. *Stat Med* 1997;16:2645-2664.
- (2) Iezzoni LI. *Risk Adjustment for Measuring Healthcare Outcomes*. 4th ed. Chicago, Illinois: Health Administration Press, 2012.
- (3) Bartels P. [HSMR does not have much to do with treatment quality]. *Ugeskr Laeger* 2012;174:1933.
- (4) van Keulen JG, Gemke RJ, Polderman KH. Effect of training and strict guidelines on the reliability of risk adjustment systems in paediatric intensive care. *Intensive Care Med* 2005;31:1229-1234.
- (5) Normand ST, Shahian DM. Statistical and clinical aspects of hospital outcomes profiling. *Statistical Science* 2007;22:206-226.
- (6) Shahian DM, Normand SL. Comparison of "risk-adjusted" hospital outcomes. *Circulation* 2008;117:1955-1963.
- (7) Fletcher RH, Fletcher SW. *Clinical Epidemiology - The Essentials*. Fourth ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2005.
- (8) Drye EE, Normand SL, Wang Y et al. Comparison of hospital risk-standardized mortality rates calculated by using in-hospital and 30-day models: an observational study with implications for hospital profiling. *Ann Intern Med* 2012;156:19-26.
- (9) Baker DW, Einstadter D, Thomas CL, Husak SS, Gordon NH, Cebul RD. Mortality trends during a program that publicly reported hospital performance. *Med Care* 2002;40:879-890.
- (10) Iezzoni LI. Risk adjustment for medical effectiveness research: an overview of conceptual and methodological considerations. *J Investig Med* 1995;43:136-150.
- (11) Iezzoni LI. *Risk Adjustment for Measuring Healthcare Outcomes*. 3rd ed. Chicago, Illinois: Health Administration Press, 2003.
- (12) Sackett DL, Haynes RB, Guyatt GH, Tugwell P. *Clinical Epidemiology: A Basic Science for Clinical Medicine*. Second ed. Boston: Little, Brown and Company, 1991.
- (13) Hosmer DW, Lemeshow S. *Applied Logistic Regression*. Wiley-Interscience Publication, 2001.
- (14) Hosmer DW, Lemeshow S, May S. *Applied Survival Analysis: Regression Modeling of Time to Event Data*. 2nd ed. Wiley-Interscience Publication, 2008.
- (15) Keiding N. The method of expected number of deaths, 1786-1886-1986. *Int Stat Rev* 1987;55:1-20.
- (16) Keiding N, Clayton D. Standardization and control for confounding in observational studies: a historical perspective. 12/07. 2012. Copenhagen, Denmark, Department of Biostatistics, University of Copenhagen.

- (17) Royston P, Moons KG, Altman DG, Vergouwe Y. Prognosis and prognostic research: Developing a prognostic model. *BMJ* 2009;338:b604.
- (18) Moons KG, Royston P, Vergouwe Y, Grobbee DE, Altman DG. Prognosis and prognostic research: what, why, and how? *BMJ* 2009;338:b375.
- (19) Moons KG, Altman DG, Vergouwe Y, Royston P. Prognosis and prognostic research: application and impact of prognostic models in clinical practice. *BMJ* 2009;338:b606.
- (20) Altman DG, Vergouwe Y, Royston P, Moons KG. Prognosis and prognostic research: validating a prognostic model. *BMJ* 2009;338:b605.
- (21) 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;270:2957-2963.
- (22) Malvezzi M, Bertuccio P, Levi F, La VC, Negri E. European cancer mortality predictions for the year 2013. *Ann Oncol* 2013;24:792-800.
- (23) 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-R652.
- (24) 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-R652.
- (25) Mohammed MA, Manktelow BN, Hofer TP. Comparison of four methods for deriving hospital standardised mortality ratios from a single hierarchical logistic regression model. *Stat Methods Med Res* 2012.
- (26) Stukenborg GJ, Wagner DP, Harrell FE, Jr. et al. Which hospitals have significantly better or worse than expected mortality rates for acute myocardial infarction patients? Improved risk adjustment with present-at-admission diagnoses. *Circulation* 2007;116:2960-2968.
- (27) Steenland K, Bray I, Greenland S, Boffetta P. Empirical Bayes adjustments for multiple results in hypothesis-generating or surveillance studies. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2000;9:895-903.
- (28) Koetsier A, de Keizer NF, de JE, Cook DA, Peek N. Performance of risk-adjusted control charts to monitor in-hospital mortality of intensive care unit patients: a simulation study. *Crit Care Med* 2012;40:1799-1807.
- (29) Moreno RP, Bauer P, Metnitz PG. Characterizing performance profiles of ICUs. *Curr Opin Crit Care* 2010;16:477-481.
- (30) Christiansen CF, Ronholm E. [Danish Intensive Care Database]. *Ugeskr Laeger* 2012;174:2544.
- (31) Needham DM, Scales DC, Laupacis A, Pronovost PJ. A systematic review of the Charlson comorbidity index using Canadian administrative databases: a perspective on risk adjustment in critical care research. *J Crit Care* 2005;20:12-19.
- (32) Charlson ME, Pompei P, Ales KL, MacKenzie CR. A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: development and validation. *J Chronic Dis* 1987;40:373-383.

- (33) Thygesen SK, Christiansen CF, Christensen S, Lash TL, Sorensen HT. The predictive value of ICD-10 diagnostic coding used to assess Charlson comorbidity index conditions in the population-based Danish National Registry of Patients. *BMC Med Res Methodol* 2011;11:83.
- (34) Christensen S, Johansen MB, Christiansen CF, Jensen R, Lemeshow S. Comparison of Charlson comorbidity index with SAPS and APACHE scores for prediction of mortality following intensive care. *Clin Epidemiol* 2011;3:203-211.
- (35) Dansk Intensiv Database (DID). Årsrapport 2011. Edited by: Christiansen CF, Nielsen H, Christensen S, Rønholm E, editors. . Danish. Available from: <http://www.did1.dk/upl/9124/DIDrsrapport2010.pdf>. 22-8-2012.
- (36) DeLong ER, Peterson ED, DeLong DM, Muhlbaier LH, Hackett S, Mark DB. Comparing risk-adjustment methods for provider profiling. *Stat Med* 1997;16:2645-2664.
- (37) Albert AA, Walter JA, Arnrich B et al. On-line variable live-adjusted displays with internal and external risk-adjusted mortalities. A valuable method for benchmarking and early detection of unfavourable trends in cardiac surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 2004;25:312-319.
- (38) Anderson HV, Shaw RE, Brindis RG et al. Risk-adjusted mortality analysis of percutaneous coronary interventions by American College of Cardiology/American Heart Association guidelines recommendations. *Am J Cardiol* 2007;99:189-196.
- (39) Austin PC. A comparison of Bayesian methods for profiling hospital performance. *Med Decis Making* 2002;22:163-172.
- (40) Austin PC, Alter DA, Tu JV. The use of fixed- and random-effects models for classifying hospitals as mortality outliers: a Monte Carlo assessment. *Med Decis Making* 2003;23:526-539.
- (41) Baghurst PA, Norton L, Slater A. The application of risk-adjusted control charts using the Paediatric Index of Mortality 2 for monitoring paediatric intensive care performance in Australia and New Zealand. *Intensive Care Med* 2008;34:1281-1288.
- (42) Barnieh L, Baxter D, Boiteau P, Manns B, Doig C. Benchmarking performance in organ donation programs: dependence on demographics and mortality rates. *Can J Anaesth* 2006;53:727-731.
- (43) Bilan N, Galehgalab BA, Emadaddin A, Shiva S. Risk of mortality in pediatric intensive care unit, assessed by PRISM-III. *Pak J Biol Sci* 2009;12:480-485.
- (44) Boethig D, Jenkins KJ, Hecker H, Thies WR, Breyman T. The RACHS-1 risk categories reflect mortality and length of hospital stay in a large German pediatric cardiac surgery population. *Eur J Cardiothorac Surg* 2004;26:12-17.
- (45) Chen Y, Meinecke J. Do healthcare report cards cause providers to select patients and raise quality of care? *Health Econ* 2012;21 Suppl 1:33-55.
- (46) Cook DA, Steiner SH, Cook RJ, Farewell VT, Morton AP. Monitoring the evolutionary process of quality: risk-adjusted charting to track outcomes in intensive care. *Crit Care Med* 2003;31:1676-1682.

- (47) Cook DA, Coory M, Webster RA. Exponentially weighted moving average charts to compare observed and expected values for monitoring risk-adjusted hospital indicators. *BMJ Qual Saf* 2011;20:469-474.
- (48) Czaja AS, Scanlon MC, Kuhn EM, Jeffries HE. Performance of the Pediatric Index of Mortality 2 for pediatric cardiac surgery patients. *Pediatr Crit Care Med* 2011;12:184-189.
- (49) Dalton JE, Glance LG, Mascha EJ, Ehrlinger J, Chamoun N, Sessler DI. Impact of present-on-admission indicators on risk-adjusted hospital mortality measurement. *Anesthesiology* 2013;118:1298-1306.
- (50) Damhuis R, Coonar A, Plaisier P et al. A case-mix model for monitoring of postoperative mortality after surgery for lung cancer. *Lung Cancer* 2006;51:123-129.
- (51) Dilber D, Malcic I. Evaluation of paediatric cardiosurgical model in Croatia by using the Aristotle basic complexity score and the risk adjustment for congenital cardiac surgery-1 method. *Cardiol Young* 2010;20:433-440.
- (52) Dimick JB, Staiger DO, Birkmeyer JD. Are mortality rates for different operations related?: implications for measuring the quality of noncardiac surgery. *Med Care* 2006;44:774-778.
- (53) Dorsch MF, Lawrance RA, Sapsford RJ et al. A simple benchmark for evaluating quality of care of patients following acute myocardial infarction. *Heart* 2001;86:150-154.
- (54) Fazio VW, Tekkis PP, Remzi F, Lavery IC. Assessment of operative risk in colorectal cancer surgery: the Cleveland Clinic Foundation colorectal cancer model. *Dis Colon Rectum* 2004;47:2015-2024.
- (55) Fukuda Y, Nakamura K, Takano T. A combination of an extrapolation method and a benchmark method to develop quantitative health targets for Japan. *Health Policy* 2002;61:201-212.
- (56) Glance LG, Osler TM. Comparing outcomes of coronary artery bypass surgery: Is the New York Cardiac Surgery Reporting System model sensitive to changes in case mix? *Crit Care Med* 2001;29:2090-2096.
- (57) Glance LG, Osler TM, Dick AW. Identifying quality outliers in a large, multiple-institution database by using customized versions of the Simplified Acute Physiology Score II and the Mortality Probability Model II0. *Crit Care Med* 2002;30:1995-2002.
- (58) Glance LG, Dick A, Osler TM, Mukamel D. Judging trauma center quality: does it depend on the choice of outcomes? *J Trauma* 2004;56:165-172.
- (59) Glance LG, Dick A, Osler TM, Li Y, Mukamel DB. Impact of changing the statistical methodology on hospital and surgeon ranking: the case of the New York State cardiac surgery report card. *Med Care* 2006;44:311-319.
- (60) Glance LG, Osler TM, Mukamel DB, Dick AW. Impact of the present-on-admission indicator on hospital quality measurement: experience with the Agency for Healthcare Research and Quality (AHRQ) Inpatient Quality Indicators. *Med Care* 2008;46:112-119.

- (61) Goodacre S, Wilson R, Shephard N, Nicholl J. Derivation and validation of a risk adjustment model for predicting seven day mortality in emergency medical admissions: mixed prospective and retrospective cohort study. *BMJ* 2012;344:e2904.
- (62) Grunau GL, Sheps S, Goldner EM, Ratner PA. Specific comorbidity risk adjustment was a better predictor of 5-year acute myocardial infarction mortality than general methods. *J Clin Epidemiol* 2006;59:274-280.
- (63) Haider AH, Saleem T, Leow JJ et al. Influence of the National Trauma Data Bank on the study of trauma outcomes: is it time to set research best practices to further enhance its impact? *J Am Coll Surg* 2012;214:756-768.
- (64) Hemphill JC, III, Newman J, Zhao S, Johnston SC. Hospital usage of early do-not-resuscitate orders and outcome after intracerebral hemorrhage. *Stroke* 2004;35:1130-1134.
- (65) Hulseley TC, McComb TF, Ebeling M et al. A new method to examine very low birth weight fetal and hebdomadal mortality in a regionalized system of perinatal care. *Matern Child Health J* 1998;2:211-221.
- (66) Iapichino G, Radrizzani D, Bertolini G et al. Daily classification of the level of care. A method to describe clinical course of illness, use of resources and quality of intensive care assistance. *Intensive Care Med* 2001;27:131-136.
- (67) Iezzoni LI. The risks of risk adjustment. *JAMA* 1997;278:1600-1607.
- (68) Jen MH, Bottle A, Kirkwood G, Johnston R, Aylin P. The performance of automated case-mix adjustment regression model building methods in a health outcome prediction setting. *Health Care Manag Sci* 2011;14:267-278.
- (69) Johnston JA, Wagner DP, Timmons S, Welsh D, Tsevat J, Render ML. Impact of different measures of comorbid disease on predicted mortality of intensive care unit patients. *Med Care* 2002;40:929-940.
- (70) Kipnis P, Escobar GJ, Draper D. Effect of choice of estimation method on inter-hospital mortality rate comparisons. *Med Care* 2010;48:458-465.
- (71) Koch R, Gmyrek D, Vogtmann C. [Risk adjusted assessment of quality of perinatal centers - results of perinatal/neonatal quality surveillance in Saxonia]. *Z Geburtshilfe Neonatol* 2005;209:210-218.
- (72) Koetsier A, de Keizer NF, de JE, Cook DA, Peek N. Performance of risk-adjusted control charts to monitor in-hospital mortality of intensive care unit patients: a simulation study. *Crit Care Med* 2012;40:1799-1807.
- (73) Larsen SH, Pedersen J, Jacobsen J et al. [Risk adjustment for surgery of congenital heart disease--secondary publication]. *Ugeskr Laeger* 2006;168:584-586.
- (74) Li P, Kim MM, Doshi JA. Comparison of the performance of the CMS Hierarchical Condition Category (CMS-HCC) risk adjuster with the Charlson and Elixhauser comorbidity measures in predicting mortality. *BMC Health Serv Res* 2010;10:245.

- (75) Lied TR, Kazandjian VA, Hohman SF. Impact of risk adjusted clinical outcomes methodology--quality measures on hospital mortality data: a statistical and case study approach. *Am J Med Qual* 1999;14:255-261.
- (76) Liu V, Turk BJ, Ragins AI, Kipnis P, Escobar GJ. An electronic Simplified Acute Physiology Score-based risk adjustment score for critical illness in an integrated healthcare system. *Crit Care Med* 2013;41:41-48.
- (77) Martins M. Use of comorbidity measures to predict the risk of death in Brazilian in-patients. *Rev Saude Publica* 2010;44:448-456.
- (78) McKay NL, Deily ME. Comparing high- and low-performing hospitals using risk-adjusted excess mortality and cost inefficiency. *Health Care Manage Rev* 2005;30:347-360.
- (79) Miyata H, Hashimoto H, Horiguchi H, Matsuda S, Motomura N, Takamoto S. Performance of in-hospital mortality prediction models for acute hospitalization: hospital standardized mortality ratio in Japan. *BMC Health Serv Res* 2008;8:229.
- (80) Miyata H, Hashimoto H, Horiguchi H, Fushimi K, Matsuda S. Assessment of hospital performance with a case-mix standardized mortality model using an existing administrative database in Japan. *BMC Health Serv Res* 2010;10:130.
- (81) Newgard CD, Fildes JJ, Wu L et al. Methodology and analytic rationale for the American College of Surgeons Trauma Quality Improvement Program. *J Am Coll Surg* 2013;216:147-157.
- (82) Nuttall M, van der MJ, Emberton M. Charlson scores based on ICD-10 administrative data were valid in assessing comorbidity in patients undergoing urological cancer surgery. *J Clin Epidemiol* 2006;59:265-273.
- (83) Organ N, Morgan T, Venkatesh B, Purdie D. Evaluation of the P-POSSUM mortality prediction algorithm in Australian surgical intensive care unit patients. *ANZ J Surg* 2002;72:735-738.
- (84) Paul E, Bailey M, Van LA, Pilcher V. Performance of APACHE III over time in Australia and New Zealand: a retrospective cohort study. *Anaesth Intensive Care* 2012;40:980-994.
- (85) Petersen LA, Pietz K, Woodard LD, Byrne M. Comparison of the predictive validity of diagnosis-based risk adjusters for clinical outcomes. *Med Care* 2005;43:61-67.
- (86) Pietz K, Petersen LA. Comparing self-reported health status and diagnosis-based risk adjustment to predict 1- and 2 to 5-year mortality. *Health Serv Res* 2007;42:629-643.
- (87) Ptok H, Marusch F, Schmidt U, Gastinger I, Wenisch HJ, Lippert H. Risk adjustment as basis for rational benchmarking: the example of colon carcinoma. *World J Surg* 2011;35:196-205.
- (88) Pine M, Jones B, Lou YB. Laboratory values improve predictions of hospital mortality. *Int J Qual Health Care* 1998;10:491-501.
- (89) Ramiarina RA, Ramiarina BL, Almeida RM, Pereira WC. Comorbidity adjustment index for the international classification of diseases, 10th revision. *Rev Saude Publica* 2008;42:590-597.

- (90) Reed JF, III, Olenchock SA, Jr. Comparative analysis of risk-adjusted bypass surgery stratification models in a community hospital. *Heart Lung* 2003;32:383-390.
- (91) Reiter A, Mauritz W, Jordan B et al. Improving risk adjustment in critically ill trauma patients: the TRISS-SAPS Score. *J Trauma* 2004;57:375-380.
- (92) Render ML, Welsh DE, Kollef M et al. Automated computerized intensive care unit severity of illness measure in the Department of Veterans Affairs: preliminary results. SISVistA Investigators. Scrutiny of ICU Severity Veterans Health Systems Technology Architecture. *Crit Care Med* 2000;28:3540-3546.
- (93) Render ML, Kim HM, Welsh DE et al. Automated intensive care unit risk adjustment: results from a National Veterans Affairs study. *Crit Care Med* 2003;31:1638-1646.
- (94) Render ML, Kim HM, Deddens J et al. Variation in outcomes in Veterans Affairs intensive care units with a computerized severity measure. *Crit Care Med* 2005;33:930-939.
- (95) Render ML, Deddens J, Freyberg R et al. Veterans Affairs intensive care unit risk adjustment model: validation, updating, recalibration. *Crit Care Med* 2008;36:1031-1042.
- (96) Romano PS, Chan BK. Risk-adjusting acute myocardial infarction mortality: are APR-DRGs the right tool? *Health Serv Res* 2000;34:1469-1489.
- (97) Rosenberg AL. Recent innovations in intensive care unit risk-prediction models. *Curr Opin Crit Care* 2002;8:321-330.
- (98) Rosenthal GE, Vaughan SM, Hannan EL. In-hospital mortality following coronary artery bypass graft surgery in Veterans Health Administration and private sector hospitals. *Med Care* 2003;41:522-535.
- (99) Selim AJ, Berlowitz DR, Fincke G et al. Risk-adjusted mortality rates as a potential outcome indicator for outpatient quality assessments. *Med Care* 2002;40:237-245.
- (100) Sessler DI, Sigl JC, Manberg PJ, Kelley SD, Schubert A, Chamoun NG. Broadly applicable risk stratification system for predicting duration of hospitalization and mortality. *Anesthesiology* 2010;113:1026-1037.
- (101) Shahian DM, Wolf RE, Iezzoni LI, Kirle L, Normand SL. Variability in the measurement of hospital-wide mortality rates. *N Engl J Med* 2010;363:2530-2539.
- (102) Shahian DM, Iezzoni LI, Meyer GS, Kirle L, Normand SL. Hospital-wide mortality as a quality metric: conceptual and methodological challenges. *Am J Med Qual* 2012;27:112-123.
- (103) Slater A. Monitoring outcome in paediatric intensive care. *Paediatr Anaesth* 2004;14:113-116.
- (104) Southern DA, Quan H, Ghali WA. Comparison of the Elixhauser and Charlson/Deyo methods of comorbidity measurement in administrative data. *Med Care* 2004;42:355-360.
- (105) Stukenborg GJ, Wagner DP, Connors AF, Jr. Comparison of the performance of two comorbidity measures, with and without information from prior hospitalizations. *Med Care* 2001;39:727-739.

- (106) Stukenborg GJ. Hospital mortality risk adjustment for heart failure patients using present on admission diagnoses: improved classification and calibration. *Med Care* 2011;49:744-751.
- (107) Tabak YP, Johannes RS, Silber JH, Kurtz SG. Should Do-Not-Resuscitate status be included as a mortality risk adjustor? The impact of DNR variations on performance reporting. *Med Care* 2005;43:658-666.
- (108) Tai D, Dick P, To T, Wright JG. Development of pediatric comorbidity prediction model. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2006;160:293-299.
- (109) Traverso LW, Shinchi H, Low DE. Useful benchmarks to evaluate outcomes after esophagectomy and pancreaticoduodenectomy. *Am J Surg* 2004;187:604-608.
- (110) van WC, Wong J, Bennett C, Forster AJ. The Procedural Index for Mortality Risk (PIMR): an index calculated using administrative data to quantify the independent influence of procedures on risk of hospital death. *BMC Health Serv Res* 2011;11:258.
- (111) Wouters MW, Krijnen P, Le CS et al. Volume- or outcome-based referral to improve quality of care for esophageal cancer surgery in The Netherlands. *J Surg Oncol* 2009;99:481-487.
- (112) Zimmerman JE, Alzola C, Von Rueden KT. The use of benchmarking to identify top performing critical care units: a preliminary assessment of their policies and practices. *J Crit Care* 2003;18:76-86.
- (113) Wolfe CD, Tilling K, Beech R, Rudd AG. Variations in case fatality and dependency from stroke in western and central Europe. The European BIOMED Study of Stroke Care Group. *Stroke* 1999;30:350-356.
- (114) Vasilevskis EE, Kuzniewicz MW, Dean ML et al. Relationship between discharge practices and intensive care unit in-hospital mortality performance: evidence of a discharge bias. *Med Care* 2009;47:803-812.
- (115) Thukral A, Lodha R, Irshad M, Arora NK. Performance of Pediatric Risk of Mortality (PRISM), Pediatric Index of Mortality (PIM), and PIM2 in a pediatric intensive care unit in a developing country. *Pediatr Crit Care Med* 2006;7:356-361.

Table 2. Oversigt over litteratursøgning

| First author, Publication year | Sygdomsområde | Mål | Metode | Risikojusteringsvariable/ Confoundere |
|-----------------------------------|-------------------------------------|---|--|---|
| Albert, 2004 ³⁷ | Hjertekirurgi | Grafisk fremstilling af observeret minus forventet 30-dages dødelighed over tid (kontrolkort) | <i>Variable live-adjusted displays</i> (VLADs) | De 18 EuroScore variable |
| Anderson, 2007 ³⁸ | Perkutan koronar intervention (PCI) | Observeret og forventet in-hospital mortalitet | Anvendelse af eksisterende risikojusteringsmodel | Tre risikojusteringsmodeller sammenlignedes, hovedmodellen dog 14 risikofaktorer: Køn, diabetes, aldersgruppe, nyresvigt, lungesygdom, shock, PCI type, EF, koronar stenose lokalisation, læsionsklasse, stent. |
| Austin, 2002 ³⁹ | Akut myokardieinfarkt | 30-dages mortalitetsrate og SMR | Sammenligning af 4 Bayesianske metoder: 1) Sandsynlighed for at et hospitals mortalitetsrate for en gennemsnitlig patient overstiger en hvis grænse, 2) rangordning af hospitaler ud fra mortalitet for en gennemsnitlig patient, 3) sandsynlighed for at et hospitals SMR overstiger en hvis grænse, 4) rangordning af hospitaler ved SMR | Sværhedsgrad af sygdom målt ved eksisterende risikojusteringsmodel (<i>The Ontario AMI mortality prediction rule</i>) baseret på alder, køn, hjertesygdomme, komorbiditet. |
| Austin, 2003 ⁴⁰ | Akut myokardieinfarkt | Kontrolkort baseret på O/E-ratio (SMR), <i>fixed-</i> vs. <i>random-effects</i> modeller | Monte Carlo simulation | Sværhedsgrad af sygdom målt ved eksisterende risikojusteringsmodel (<i>The Ontario AMI mortality prediction rule</i>) baseret på alder, køn, hjertesygdomme, komorbiditet. |
| Baghurst, 2008 ⁴¹ | Pædiatrisk intensivindlæggelse | Kontrolkort for død under intensivindlæggelsen | O-E kort , kumulativ log-likelihood ratio kort, CUSUM kort | Eksisterende risikojusteringsmodel (Paediatric Index of Mortality version 2, PIM-2) |
| Barnieh, 2006 ⁴² | Organdonation | Forventede mortalitetsrater | Standardisering | Alder, køn |

| First author, Publication year | Sygdomsområde | Mål | Metode | Risikojusteringsvariable/ Confoundere |
|-----------------------------------|--|--|---|---|
| Bilan, 2009 ⁴³ | Børneintensiv | O/E-ratio | Forventet antal dødsfald (E) beregnet vha. PRISM-III score | PRISM-III (indeholder fysiologiske variable og blodprøver indenfor 24t efter indlæggelse) |
| Boethig 2004 ⁴⁴ | Børnehjertekirurgi | Hospitalsmortalitet, indlæggelsesvarighed | Stratifikation på Risk Adjustment in Congenital Heart Surgery (RACHS-1) gruppe | RACHS-1 (6 grupper) (baseres på operativ procedure, alder, præmaturitet, andre malformationer, enkelt/kombinerede procedurer) |
| Chen, 2012 ⁴⁵ | Koronar by-pass kirurgi | Effekt af indførelse af afrapporteringskort på hospitalsmortalitetsrate | Hierarkisk model | Alder, indlæggelsestype, køn, race, komplikationer, perifer vaskulær sygdom, hypertension, diabetes, væske/elektrolytforstyrrelse, urbanisering, hospitalstype, hospitalejer, hospitalsstørrelse, |
| Cook, 2003 ⁴⁶ | Intensivpatienter | Kontrollkort med hhv. O/E-ratio af mortalitetsrater og afvigelse i mortalitetsrate over tid (CUSUM). | Modificeret Shewhart <i>p</i> kort og CUSUM kort (baseret på likelihood ratio). | Acute Physiology and Chronic Health Evaluation (APACHE) III |
| Cook, 2011 ⁴⁷ | Akut myokardieinfarkt | Risiko-justeret kontrollkort (O/E) med inhospital og 30-dages mortalitet | Sammenligning af <i>exponentially weighted moving average (EWMA)</i> kort med <i>variable life adjusted display (VLAD)</i> kort. | Aldersgruppe, køn, arytmier, hjertesvigt, hypertension, diabetes, kronisk nyresvigt, demens, apopleksi og malignitet. |
| Coppi, 2005 | Carotis endarktomi | 30-dages mortalitetsrate og død af apopleksi (ved lokal audit) | Sammenligning af ujusteret outcome i egen afdeling ifht. publicerede studier. | Ingen. |
| Czaja, 2011 ⁴⁸ | Børnehjertekirurgiske patienter på børneintensiv | Performance af <i>Pediatric Index of Mortality 2 (PIM-2)</i> til prediktion af intensivmortalitet | Diskrimination ved ROC-kurve, kalibration ved Hosmer-Lemeshow goodness-of-fit test, | (PIM-2) |
| Dalton, 2013 ⁴⁹ | Hospitaliserede patienter | Hospitalsmortalitet, O/E-ratio | Sammenligning af O/E ratio for hhv. modeller uden og med data om indlæggelser før aktuelle (present-on-admission diagnoser). | Køn, alder, ICD-9CM diagnosekoder, procedurekoder |
| Damhuis, 2006 ⁵⁰ | Lungecancerkirurgi | 30-dags mortalitet, O/E-ratio. | Modeludvikling mhp. prædiktion af forventet antal dødsfald (E). Multivariabel logistisk regression mod variabelseleksion baseret på | Køn, alder, diagnosetidspunkt, histologi, kirurgitype, stadie og register. |

| First author, Publication year | Sygdomsområde | Mål | Metode | Risikojusteringsvariable/ Confoundere |
|-----------------------------------|---|---|---|---|
| | | | signifikantestning. Derudover illustration af VLAD kort. | |
| Dilber, 2010 ⁵¹ | Børnehjertekirurgi | Inhospital mortalitet. | Ujusteret mortalitetsestimerer stratificeret på grupper af risikoscores (hhv. Aristotle basic complexity score og the risk adjustment in congenital cardiac surgery-1) | Aristotle basic complexity score and the risk adjustment in congenital cardiac surgery-1 |
| Dimick, 2006 ⁵² | Højrisikokirurgi (11 forskellige operationer) | Risiko-justeret mortalitetsrate (O/E) for 1) den specifikke kirurgiske procedure og 2) med op til 10 procedurer kombineret. | Risikojustering med logistisk regression til beregning af forventet mortalitetsrate. Sammenligning af procedurespecifik mortalitetsrate indenfor kvintiler af kombineret mortalitet. Procedurespecifikke mortalitetrater indenfor hver af 5 lige store grupper af hospitaler baseret på deres t-statistik (O-E/SE). | Alder, køn, race, operationstype, akut indlæggelse, Charlson komorbiditetsindex. |
| Dorsch, 2001 ⁵³ | Akut myokardieinfarkt | O/E-ratio (SMR) for 30-dags mortalitet | Multivariabel logistisk regression til estimering af forventet mortalitet. | Alder, tidligere brug af antiarytmika, hjertefrekvens, brystmerter og systolisk blodtryk ved indlæggelse. |
| Fazio, 2004 ⁵⁴ | Kolorektalcancerkirurgi | Estimeret 30-dages mortalitet | Udvikling af prognostisk index vha. multilevel Bayesiansk logistisk regressionsmodel. | Alder, ASA score, TNM stadie, akut/elektiv kirurgi, cancer resektion og hæmatokrit niveau. |
| Fukuda, 2002 ⁵⁵ | Dødsårsager | Alders-justerede mortalitetsrater per 100,000 samt O/E ratio sammenlignende dødsårsag i 1997 med forventet i 2010. | Lineær regression til prædiktions af fremtidig mortalitet (ekstrapolering). | Alder |
| Glance, 2001 ⁵⁶ | Koronar bypass kirurgi | SMR (O/E) | Beregning af forventet antal dødsfald ved eksisterende prædiktionsmodel. Modellens ydeevne indenfor deciler af forventet dødelighed blev undersøgt ved simulation (boot-strapping). | The New York State Cardiac Surgery Reporting System (CSRS) |

| First author, Publication year | Sygdomsområde | Mål | Metode | Risikojusteringsvariable/ Confoundere |
|-----------------------------------|--------------------------------|---|---|---|
| Glance, 2002 ⁵⁷ | Intensivpatienter | Fobedret estimation af forventet antal dødsfald til bestemmelse af O/E-ratio. | Logistisk regression anvendt til tilpasning (customization) af prædiktion af forventet antal dødsfald ved Simplified Acute Physiology Score (SAPS) II og Mortality Probability Model (MPM) II0. | Simplified Acute Physiology Score (SAPS) II og Mortality Probability Model (MPM) II0. |
| Glance, 2004 ⁵⁸ | Traumepatienter | Overlevelse og overlevelse med godt funktionelt outcome. Standardiseret overlevelses-/outcomeratio (O/E). | Sekventiel logistisk regression anvendt til tilpasning (customization) af prædiktion af forventet antal dødsfald ved TRISS. | TRISS (alder, injury severity score (ISS), trauma score (TS)) |
| Glance, 2006 ⁵⁹ | Koronar bypass kirurgi | O/E-ratio og beregning af konfidensinterval for denne. | Sammenligning af standard logistisk regression, fixed-effects model og random-effects model. Beregning af konfidensinterval ved parametriske (Poisson fordeling) og non-parametriske (Bootstrapping) teknik, samt shrinkage estimatorer. | The New York State Cardiac Surgery Reporting System (CSRS) |
| Glance, 2008 ⁶⁰ | Alle hospitalsindlæggelser | Ændring i hospitalers ranking. | Agency for Healthcare Research and Quality (AHRQ) risiko-justerings modeller for enkeltsygdomme/-operationer med/uden information om diagnoser i risikojusteringsmodellen var tilstede ved indlæggelsen (dvs. eksisterende sygdom (komorbiditet) vs. potentielle komplikationer). | Alder, køn, alder-køn interaktion, APR-DRG +/- "Present-on-admission" (POA) diagnoser. |
| Goodacre, 2012 ⁶¹ | Akutte medicinske indlæggelser | Forventet 7-dages mortalitet og SMR (O/E-ratio) | Udvikling af logistisk regressionsmodel og validering af denne. | Alder, ICD-10 diagnosekode, aktiv malignitet, Glasgow coma score, respirationsfrekvens, perifer ilt mætning, temperatur, leukocyttal, kalium og carbamid. |
| Grunau, 2006 ⁶² | Akut myokardieinfarkt | 1-, 2-, 3-, 4- og 5-års mortalitet | Sammenligning af tre risikojusteringsmetoder Ontario AMI prediction rule (OAMIPR), D'Hoore's adaptation af Charlson Index, og totalt antal distinkte komorbiditeter. | Køn, alder, OAMIPR (shock, diabetes med komplikationer, hjertesvigt, cancer, cerebrovaskulær sygdom, lungeødem, akut nyresvigt, kronisk nyresvigt, hjertearytmi), Charlson Index (19 kroniske |

| First author, Publication year | Sygdomsområde | Mål | Metode | Risikojusteringsvariable/ Confoundere |
|--|--|---|---|--|
| | | | | tilstande) og forskellige kombinationer af komorbide tilstande under eller indenfor et år før indlæggelsen. |
| Haider, 2012 ⁶³ (oversigtsartikel) | Traume | Mortalitet i 98 af inkluderede studier | Oversigtsartikel | Hyppigste: Alder, anatomisk sværhedsgrad (f.eks. ISS), køn, fysiologisk sværhedsgrad, hovedtraume, skademechanisme/type m.fl. |
| Hemphill, 2004 ⁶⁴ | Intracerebral blødning | Inhospital mortalitet | To-niveau multivariabel (logistisk) regressionsmodel. | Patientniveau: Alder, køn, race, forsikringsstatus, antal komorbiditeter, behandling med intubation eller respirator. Hospitalsniveau: rate af "ingen genoplivning", kraniotomi rate, hospitalsvolumen (for intrakraniell blødning), hospitalstype (universitetshospital, rural hospital eller traumecenter). |
| Hulseley, 1998 ⁶⁵ | Fødsler | Mortalitet hhv. før og under fødsel. | Logistisk regression | Maternel alder, nummer graviditet, etnicitet, forbrug af prænatale ydelser, fødselsvægt og hospitalsbetegnelse. |
| Iapichino, 2001 ⁶⁶ | Intensiv | O/E-ratio af hospitalsmortalitet | Forventet antal dødsfald estimeret vha. SAPS II score | SAPS II score. |
| Iezzoni, 1997 ⁶⁷ | Hospitaliserede patienter (akut myokardieinfarkt, koronar bypass kirurgi, pneumoni, apopleksi) | O/E-ratio af hospitalsmortalitet (z score). | Sammenligning af forventet antal dødsfald ved forskellige scores. | Forskellige scoringssystemer for sværhedsgrad af sygdom (Disease staging, All Patient Refined Diagnosis Related Groups (APR-DRG), Physiology Score, PMC severity Scale) |
| Jen, 2011 ⁶⁸ | Hospitaliserede patienter (78 diagnosegrupper, 126 procedurer) | Hospitalsmortalitet | Automatiseret udvikling af logistisk regressionsmodel. | Udskrivelsesår, elektiv/non-elektiv indlæggelse, aldersgruppe, Carstairs' index (deprivation), køn, Charlson index (0-6+), antal akutte indlæggelser 12 måneder op til indlæggelsen, indlæggelsesmåned, kodet palliativ behandling, subdiagnoser/-procedurer. |
| Johnston, 2002 ⁶⁹ | Intensiv | Odds ratio for hospitalsmortalitet | Sammenligning af logistisk regressionsmodel for tre forskellige komorbiditetsmål. | 1) De 7 komorbiditetstilstande i APACHE score, 2) total antal Elixhauser komorbiditetstilstande, 3) 30 |

| First author, Publication year | Sygdomsomsråde | Mål | Metode | Risikojusteringsvariable/ Confoundere |
|-----------------------------------|--|--|--|---|
| | | | | individuelle komorbiditetstilstande fra Elixhauer. Derudover suppleret med alder, laboratorieværdier, intensiv hoveddiagnose, samt hvorfra patienten er indlagt. |
| Kipnis, 2010 ⁷⁰ | Hospitaliserede patienter | SMR for hospitalsmortalitet. | Sammenligning af seks forskellige metoder: 1) fixed-effect, 2) generaliseret lineær mixed model, 3) Bayesiansk random-effects model, for hhv. aggregerede data og data på individ niveau | Sværhedsgrad af sygdom score (tilfældig valgt). |
| Koch, 2005 ⁷¹ | Peri-/Neonatale | Hospitalsdød | Udvikling af logistisk regressionsmodel til risikojustering. | Moderens alder, rygestatus, antal graviditeter, tidspunkt for ultralyd, ugedag, lungeredning, sectio, fødsesvarighed, fødselsvægt, gestationsalder, APGAR, navlesnors-pH, etc. |
| Koetsier, 2012 ⁷² | Intensiv | Tid til advarsel om forøget mortalitet. | Risiko-justeret kontrolkort: risiko-justeret P- kort, risiko-justeret additivt P-kort, risiko- justeret multiplikativt P-kort, månedlig SMR, risiko-justeret CUSUM, risiko-justeret Resetting Sequential Probability Ratio Test, og Risiko-justeret Exponentially Weighted Moving Average kontrolkort. | APACHE IV |
| Larsen, 2005 ⁷³ | Børnehjertekirurgi | Absolut hospitalsmortalitet | Applicering af risikojustering med RACHS-1 ved stratifikation, og sammenligning med resultater fra udenlandske centre. | RACHS-1 |
| LeGall, 2005 ²³ | Intensiv | Forventet hospitalsmortalitet | Tilpasning (customization) + udvidelse af SAPS II til estimering af forventet mortalitet | SAPS-II |
| Li, 2010 ⁷⁴ | Hospitaliserede patienter, samt subgrupper af patienter med hjertesvigt, apopleksi, diabetes og akut myokardieinfarkt | Forventet hospitalsmortalitet og 6- måneders mortalitet. | Sammenligning af risikojustering med logistisk regression med CMS-HCC ifht. Charlson og Elixhauer komorbiditetsmål. | Centers for Medicare and Medicaid Services Hierarchical Condition Category (CMS-HCC) |

| First author, Publication year | Sygdomsområde | Mål | Metode | Risikojusteringsvariable/ Confoundere |
|-----------------------------------|--|--|---|--|
| Lied, 1999 ⁷⁵ | Akutte indlæggelser | Hospitalsmortalitet | Korrelation mellem mortalitetsrate og RACOM-QM score inden for samme DRG. Sammenligning af mortalitetsestimater før og efter justering for RACOM-QM. Interviewundersøgelse af klinisk værdi af risikojustering. | DRG og Risk Adjusted Clinical Outcomes Methodology-Quality Measures (RACOM-QM) |
| Liu, 2013 ⁷⁶ | Intensiv | Hospitalsmortalitet | Udvikling og evaluering af SAP3 score baseret på allerede eksisterende elektroniske data i administrative databaser. | Automatiseret risikojusteringsscore baseret på "Simplified Acute Physiology Score 3 (SAP3)" |
| Martins, 2010 ⁷⁷ | Alle hospitalsindlagte patienter. | Hospitalsmortalitet | Evaluering af prædiktionsmodel baseret på administrative data herunder betydningen af inklusion af komorbiditet i modellen. | Hoveddiagnose, bidiagnose (komorbiditet), alder, køn. |
| McKay, 2005 ⁷⁸ | Alle indlagte patienter. | Hospitalsmortalitet og mål for ressourceforbrug kombineres. | Faktorer associeret til optimal kombination af lav observeret mortalitet (sammenlignet med en risikojusteret prædikeret værdi) og ressource forbrug søges identificeret. | Der tages højde for diagnosegruppe, komorbiditet, alder og køn i de prædikterede mortalitets estimater. |
| Miyata, 2008 ⁷⁹ | Alle akut indlagte patienter. Diagnosegrupper med mortalitet under 0,5 % ekskluderet. | Hospitalsmortalitet | Udvikling af logistisk regressionsmodel til risikojustering baseret på administrative data. | Alder, køn, diagnosegruppe, brug af ambulance, Charlson komorbiditetsindex, indlæggelsestid. |
| Miyata, 2010 ⁸⁰ | Alle indlagte patienter | Hospitalsmortalitet | Udvikling af logistisk regressionsmodel til risikojustering baseret på administrative data. Evaluerer modelfit på forskellige hospitaler og faktorer associeret til dårligt fit.. | Diagnose kategori, køn, alder, Charlson comorbiditets index score, indlæggelsestype, performance score, Fletcher Hugh-Jones Classification |
| Mohammed, 2012 | Metodeartikel | HSMR | Sammenligner metoder til udledning af HSMR fra hierarkisk logistisk regressionsmodel. | |
| Needham, 2005 ³¹ | Kritisk sygdom | Flest af de gennemgåede studier omhandler Hospitalsmortalitet. | Oversigtsartikel over validitet af Charlson index baseret på administrativ database, tilgængelige metoder til estimering af Charlson index vha. administrative registre | Charlson komorbiditetsindex. |

| First author, Publication year | Sygdomsområde | Mål | Metode | Risikojusteringsvariable/ Confoundere |
|-----------------------------------|---|---|--|--|
| | | | samt sammenligning af Charlson index med andre metoder til risikostatificering. | |
| Newgard, 2013 ⁸¹ | Artiklen beskriver amerikansk database vedr. kvalitet af behandling i traumecentre. Alle traume patienter indgår, med undergrupper i form af: multisystemskade, penetrerende trunkal skade, shock, hjernesknade, ældre patienter. | Hospitalsmortalitet, komplikationer og resourceforbrug. | Risikojusteringsmodel baseres på logistisk regression. Modellen evalueres vha. b.la. c-statistics og Hosmer-Lemeshow goodness of fit statistics. Manglende data håndteres vha. multipel imputation. | Omfatter bl.a. Glasgow Coma Scale score, fysiologiske parametre, tramemekanisme, alder, køn, race, komorbiditet, forskikringskategori. |
| Nuttall, 2006 ⁸² | Urologisk cancer | Hospitalsmortalitet | Sammenligner Charlson score genereret vha. forskellige oversættelsessystemer mellem ICD-10 koder og Charlson score. Evaluerer betydningen af inklusion af komorbiditet i prædiktionsmodel, sammenlignet med inklusion af alder og køn alene. | Komorbiditet. |
| Organ, 2002 ⁸³ | Kirurgiske patienter, fraset traume og neurokirurgiske. | Hospitalsmortalitet | Evaluering af P-POSSUM scorens prædiktive værdi vha. c-statistik og goodnes of fit test. | P-POSSUM scoren: Modifikation af the Physiological and Operative Severity Score for enUmeration of Mortality and Morbidity. |
| Paul, 2012 ⁸⁴ | Intensiv patienter | Hospitalsmortalitet | Evaluering af prædiktionsmodel baseret på APACHE-III scoren og undersøgelse af ændringer i prædiktionssevnen over tid. | APACHE-III score – Acute Physiology and Chronic Health Evaluation. |
| Petersen, 2005 ⁸⁵ | Alle indlæggelser fraset obstetriske. | Hospitalsmortalitet og langtidsindlæggelse | Sammenligner prædiktionsmodeller baseret på to forskellige risikoinddelinger, DCG (Diagnostic Cost Group) og ACG (Adjusted Clinical Group) | DCG (Diagnostic Cost Group) og ACG (Adjusted Clinical Group) samt alder. |
| Pietz, 2007 ⁸⁶ | Alle indlæggelser | 1 og 2-5 års mortalitet | Udvikling af prædiktionsmodeller, logistisk regression, og evaluering af gevinsten ved at føje patient rapporterede data til modellen. | ACG (Adjusted Clinical Group), DCG (Diagnostic Cost Group), SF-36V (Short Form Health Survey for veterans), alder, køn |

| First author, Publication year | Sygdomsområde | Mål | Metode | Risikojusteringsvariable/ Confoundere |
|-----------------------------------|---|-------------------------|---|--|
| | | | Evalueret vha. c-statistics og goodness of fit tests. | |
| Ptok, 2011 ⁸⁷ | Colon cancer | Postoperativ mortalitet | Sammenligning af postoperativ mortalitet på to hospitaler og demonstration af effekten af risikojustering vha. tre forskellige metoder. | CR-POSSUM (en modificeret udgave af Physiological and Operative Severity Score for enumeration of Mortality), alder, køn, BMI, komorbiditet. |
| Pine, 1998 ⁸⁸ | Akut myokardieinfarkt, hjerte insufficiens, pneumoni. | Hospitalsmortalitet | Udvikling af prædiktionsmodel og evaluering af gevinsten ved inklusion af hhv. laboratoriedata og kliniske data til administrative administrative. Logistisk regression, c-statistics og Hosmer-Lemeshow goodness of fit test anvendes. | Diagnose og bidiagnoser, laboratoriedata og data vedr. bl.a. røntgenfund, alder køn. |
| Ramiarina, 2008 ⁸⁹ | Alle indlæggelser | Hospitalsmortalitet | Udvikling og evaluering af prædiktionsmodel med tilpasning af Charlson comorbiditetsindex til ICD-10. Der anvendes logistisk regression, c-statistics og goodness of fit test. | Alder, køn, komorbisitet, blodtransfusion, intensiv indlæggelse. |
| Reed, 2003 ⁹⁰ | Coronar by-pass kirurgi | Hospitalsmortalitet. | Sammenligning af 5 etablerede prædiktionsmodeller mht. c-statistics og Hosmer-Lemeshow goodness of fit test. | Parsonnet Risk Index, Canadian Risk Index, Cleveland Risk Index, New York Risk Index, Northern New England. |
| Reiter, 2004 ⁹¹ | Traume patienter | Hospitalsmortalitet. | Udvikling og evaluering af model baseret på kombination af to etablerede risikoscoringsystemer. Der anvendes logistisk regression, c-statistics og HL goodness of fit test. | SAPS II og TRISS (Trauma and Injury Severity Score). |
| Render, 2000 ⁹² | Intensiv patienter | Hospitalsmortalitet | Udvikling og evaluering af prædiktionsmodel baseret på APACHE score vha. eksisterende datakilder. Der anvendes logistisk regression og c-statistics og goodness of fit estimeres vha. bootstrapping. | Alder, komorbiditet, laboratorieværdier, direkte indlæggelse på intensiv og diagnosegruppe. |

| First author, Publication year | Sygdomsområde | Mål | Metode | Risikojusteringsvariable/ Confundere |
|-----------------------------------|------------------------|---|--|--|
| Render, 2003 ⁹³ | Intensiv patienter | Hospitalsmortalitet | Udvikling og evaluering af prædiktionsmodel baseret på eksisterende elektroniske datakilder. Der anvendes logistisk regression og c-statistics og goodness of fit estimeres. | Alder, Laboratorie data, diagnose, direkte indlæggelse på intensiv og komorbiditet. |
| Render, 2005 ⁹⁴ | Intensiv patienter | Hospitalsmortalitet og indlæggelsesvarighed | Baseret på modellen beskrevet af Render i 2005, udregnes standardiserede mortalitetsrater. Der anvendes hierarkiske modeller. | Alder, Laboratorie data, diagnose, direkte indlæggelse på intensiv og komorbiditet. |
| Render, 2008 ⁹⁵ | Intensiv patienter | Hospitalsmortalitet | Udvikling og validering af logistisk regressionsmodel til beregning af E i O/E-ratio. (Veteran Affairs intensive care unit risk adjustment model) | Alder, 28 diagnose/proceduregrupper (ICD-9CM), 31 komorbiditetsgrupper, hvorfra patienten er indlagt, 11 laboratorietests (mest abnorme værdi indenfor 24 t). |
| Romano, 2000 ⁹⁶ | Akut myokardieinfarkt | 30-dages mortalitet (dog 30-dages hospitalsmortalitet i en af perioderne) | Sammenligning af c-statistik for forskellige modeller baseret på All Patient Refined-Diagnosis-Related-Groups (APR-DRG). | APR-DRG baseret på ICD-9CM diagnoser med hhv. 1) hospitalsrapporterede diagnoser, 2) validerede diagnoser, 3) validerede diagnose tilstede på indlæggelsestidspunkt |
| Rosenberg, 2002 ⁹⁷ | Intensiv patienter | Hospitalsmortalitet | Oversigtsartikel som sammenligner studier, som har anvendt neurale netværk med vs. traditionelle logistiske regressionsmodeller. | Forskellige variable i modellerne, som ultimativt afhænger af systemets egen læring. |
| Rosenthal, 2003 ⁹⁸ | Koronar bypass kirurgi | Hospitalsmortalitet | Logistisk regression. Sammenligner hospitalsmortalitet i to hospitalssektorer vha. odds ratio. | Ti variable: Alder, tidl. bypass kirurgi, angioplastik før kirurgi, ejection fraction, diabetes, perifer vaskulær sygdom, hjertesvigt, cerebrovaskulær sygdom, nyreinsufficiens og kronisk obstruktiv lungesygdom. |
| Selim, 2002 ⁹⁹ | Ambulatoriepatienter | Mortalitet indenfor 18 måneder. | Udvikling og validering af risikojusteringsmodel baseret på en logistisk regressionsmodel mhp. på beregning af forventet mortalitet. Direkte standardisering blev anvendt til at beregne standardiserede mortalitetsestimater. | Alder, køn, Charlson komorbiditetsindex, fysisk helbred (fra SF-36), mental helbred (fra SF-36) |

| First author, Publication year | Sygdomsområde | Mål | Metode | Risikojusteringsvariable/ Confoundere |
|-----------------------------------|--|--|---|--|
| Sessler, 2010 ¹⁰⁰ | Kirurgiske patienter | Hospitalsmortalitet, 30 dages mortalitet, indlæggelseslængde | Udvikling og evaluering af prædiktionsmodel baseret på administrative data. Cox regression. Fokus på C-statistics. | Diagnosekoder, procedurekoder, mm |
| Shahian, 2008 ⁵ | Koronar bypass kirurgi | 30 dages mortalitet | Undersøger betydningen af overlap i risikofaktorer for validiteten af sammenligning af enheders mortalitetsrater. Bruger bl.a. propensity scores. | Demografi, comorbiditet, ejection fraction mm. |
| Shahian, 2010 ¹⁰¹ | Alle indlagte på sygehuse med akut optag | Hospitalsmortalitet | HSMR værdier fra 4 kommercielt tilgængelige risikojusteringsystemer sammenlignes. | Systemer fra 3M, Dr. Foster, Thomson Reuters, og University HealthSystem Consortium. |
| Shahian, 2012 ¹⁰² | Metode artikel vedr. HSMR | HSMR | Gennemgår styrker og metodemæssige udfordringer ved fortolkning af HSMR | |
| Slater, 2004 ¹⁰³ | Oversigt artikel/ metode artikel. Intensiv patienter, børn | Hospitalsmortalitet | Beskrivelse af to tilgængelige risikojusteringsystemer og deres fordele og ulemper. | Pediatric Risk of mortality (PRISM), Pediatric Index of mortality (PIM) |
| Southern, 2004 ¹⁰⁴ | Akut myokardie infarkt | Hospitalsmortalitet | Sammenligning af C-statistics og plot af observeret vs. forventet mortalitet ved brug af to forskellige comorbiditetsscores. | Charlson/Deyo score, og Elixhauser. |
| Stukenborg, 2001 ¹⁰⁵ | Kardiovaskulær sygdom og kronisk obstruktiv lungesygdom | Hospitalsmortalitet | Betydningen af identifikation af comorbiditet hhv. ved indlæggelsestidspunktet og vha. data fra tidligere indlæggelser. | Comorbiditet, demografiske variable, indlæggelsestype. |
| Stukenborg, 2007 ²⁶ | Akut myokardie infarkt | Hospitalsmortalitet | Betydning af eksisterende sygdom for risikojusteret sammenligning af mortalitet. Der anvendes justerede odds ratioer, indirekte standardisering og hierarkiske modeller. | Eksisterende risikojusteringsmodeller anvendt i Californien, eksisterende sygdom ved indlæggelse (comorbiditet) |
| Stukenborg, 2011 ¹⁰⁶ | Hjertesvigt | Hospitalsmortalitet | Evaluering af bl.a. c-statistics for eksisterende model (Agency for Healthcare Research and Quality Inpatient Quality Indicator) før og efter tilføjelse af comorbiditet ved indlæggelsen | Agency for Healthcare Research and Quality Inpatient Quality Indicator, comorbiditet identificeret ved indlæggelse |

| First author, Publication year | Sygdomsområde | Mål | Metode | Risikojusteringsvariable/ Confoundere |
|-----------------------------------|--|--|--|---|
| Tabak, 2005 ¹⁰⁷ | Apoplexi, pneumoni, AML, hjertesvigt, sepsis | Hospitalsmortalitet | Evaluerer betydningen af tilføjelse af DNR status til prædiktionsmodel (logistisk regression, likelihood ratio test, change in c-statistic), samt betydning af forskelle i definition af DNR status. | DNR (Do Not Resuscitate) status, Atlas™(diagnoser, biokemi, mm.) |
| Tai, 2006 ¹⁰⁸ | Børn mellem 1 og 14 år | 1 års mortalitet | Udvikling og evaluering af prædiktionsmodel baseret på administrative data. Der anvendes logistisk regression, c-statistics og HL goodness of fit test. | Diagnostic groups |
| Traverso, 2004 ¹⁰⁹ | Øsofagus og pancreas cancer | Deskriptivt studie | Patient serier beskrives med deskriptiv statistik, mhp. benchmarkværdier af risikofaktorer | Ikke relevant |
| Van Keulen, 2005 ⁴ | Intensiv patienter, børn | Hospitalsmortalitet | Effekt af træning i kodning på variation af kodning mellem personer. Opgjort ved intraclass correlation coefficient. | Pediatric Risk of mortality (PRISM) |
| Van Walraven, 2011 ¹¹⁰ | Kirurgiske patienter | Hospitalsmortalitet | Udvikling og evaluering af prædiktionsmodel baseret på administrative procedurekoder. Logistisk regression, c-statistics mm. | Procedurekoder for kirurgiske indgreb, Kaiser Permanente Inpatient Risk Adjustment Methodology(KP-IRAM) |
| Wouters, 2009 ¹¹¹ | Øsofagus cancer | Hospitalsmortalitet | Betydning af patientvolumen for mortalitet estimeres med logistisk regression i hierarkisk model. | Alder, køn, operationsår, patientvolumen |
| Zimmerman, 2003 ¹¹² | Intensiv patienter | Hospitalsmortalitet | Hospitaller med laveste SMR identificeres og beskrives vha. spørgeskema undersøgelse vedr. processer mm. | APACHE III |
| Wolfe, 1999 ¹¹³ | Apoplexi | 3 måneders mortalitet mm. | Evaluerer variation i mortalitet imellem 12 europæiske centre. Multinomial logistisk regression. | Comorbiditet, alder, mm. |
| Vasilevskis, 2009 ¹¹⁴ | Intensiv | Hospitalsmortalitet, 30 dages mortalitet | Betydning af overflytningsrater for niveauet af SMR for hhv. Hospitalsmortalitet og 30-dages | Mortality Probability Model III |

| First author, Publication year | Sygdomsområde | Mål | Metode | Risikojusteringsvariable/ Confoundere |
|---|----------------------|---------------------|--|---|
| | | | mortalitet. | |
| Thukral, 2006 ¹¹⁵ | Intensiv, børn | Hospitalsmortalitet | Diskriminationsevenen (C-statistics) evalueres for forskellige risikojusteringsystemer | Pediatric Risk of mortality (PRISM), Pediatric Index of mortality (PIM) og PIM2 |

Appendix: Diagnosekoder der anvendes til bestemmelse af Charlson komorbiditetsindex ved hhv. KCEB-Nord og KCEB-Syd

(For KCEB-Syd er alle underkoder udspecificerede, men umiddelbart findes de to metoder næsten identiske, idet der dog ved KCEB-Syd anvendes en ekstra kode for uspecificeret diabetes (E14), som ikke medtages ved KCEB-Nord)

| | Sygdom | KCEB-Nord | | KCEB-Syd | | Score |
|---|-------------------------|--|------------------------------|--|--|-------|
| | | ICD8 (underkoder inkl.) | ICD10 (underkoder inkl.) | ICD8 | ICD10 | |
| 1 | Akut myokardieinfarkt | 410 | I21,I22,I23 | 41009, 41099, | DI21, I210, I210A, I210B, I211, I211A, I211B, I212, I212A, I212B, I212C, I212D, I212E, I212F, I212G, I212H, I213, I214, I219, I22, I220, I220A, I220B, I220C, I221, I221A, I221B, I221C, I228, I228A, I228B, I228C, I228D, I228E, I228F, I228G, I228H, I229, I23, I230, I231, I232, I233, I234, I235, I236, I236A, I236B, I238, I238A | 1 |
| 2 | Hjerteinsufficiens | 42709, 42710, 42711, 42719, 42899, 78249 | I50, I110, I130, I132 | 42709, 42710, 42711, 42719, 42899, 78249, | DI110, I130, I132, I50, I500, I500A, I501, I501A, I501B, I501C, I509, I509A, I509B | 1 |
| 3 | Perifer vaskulær sygdom | 440, 441, 442, 443, 444, 445 | I70, I71, I72, I73, I74, I77 | 44009, 44019, 44020, 44021, 44028, 44029, 44030, 44039, 44099, 44109, 44110, 44111, 44119, 44120, 44121, 44129, 44199, 44299, 44300, 44301, 44302, 44308, 44309, 44319, 44329, 44380, 44381, 44382, 44389, 44399, 44400, 44408, 44409, 44419, 44420, 44421, 44428, 44429, 44439, 44440, 44441, 44442, 44443, 44444, 44448, 44449, 44490, 44499, 44500, 44508, 44509, 44590, 44599, | DI70, I700, I701, I702, I702A, I702B, I708, I709, I71, I710, I710A, I710B, I711, I712, I713, I714, I715, I716, I718, I719, I719A, I719B, I72, I720, I721, I722, I723, I724, I728, I729, I73, I730, I731, I738, I738A, I738B, I738C, I738D, I738E, I739, I739A, I739B, I739C, I74, I740, I740A, I740B, I740C, I740D, I741, I741A, I741B, I742, I742A, I742B, I743, I743A, I743B, I744, I744A, I744B, I744C, I744D, I744E, I745, I745A, I745B, I748, I749, I77, I770, I770A, I771, I772, I772A, I772B, I773, I774, I775, I776, I776A, I778, I778A, I779 | 1 |
| 4 | Cerebrovaskulær sygdom | 430-438 | I60-I69, G45, G46 | 43000, 43001, 43008, 43009, 43090, 43091, 43098, 43099, 43100, 43101, 43108, 43109, 43190, 43191, 43198, 43199, 43200, 43201, 43202, 43208, 43209, 43290, 43291, 43292, 43293, 43298, 43299, 43309, 43399, 43409, 43499, 43509, 43599, 43600, 43601, 43609, 43690, 43699, 43700, 43701, 43708, 43709, 43790, 43791, | DG45, G450, G450A, G450B, G451, G452, G452A, G453, G454, G458, G459, G459A, G46, G460, G461, G462, G463, G463A, G463B, G463C, G463D, G463E, G463F, G464, G465, G465A, G466, G467, G468, I60, I600, I601, I602, I603, I604, I605, I606, I606A, I606B, I606C, I606D, I607, I607A, I608, I609, I61, I610, I610A, I611, I611A, I611B, I612, I613, I614, I615, I616, I618, I619, I62, I620, I621, I629, I63, I630, I631, I632, I633, I634, I634A, I635, I636, I638, I639, I64, I649, I65, I650, I650A, I650B, I651, I651A, I651B, I652, I652A, I652B, I653, I653A, I653B, I653C, I653D, I658, I659, I66, I660, I660A, I660B, I661, I661A, I661B, I662, I662A, I662B, I663, I663A, I663B, I664, I664A, I664B, I664C, I664D, I668, I668A, I669, I67, I670, I671, I671A, I672, I672A, I673, I673A, I674, I675, I676, I676A, I677, I678, I678A, I678B, I679, I68, I680, | 1 |

| | | | | | | |
|---|---------------------|---------------------------|--|---|--|---|
| | | | | 43798, 43799, 43809, 43899, | I681, I681A, I681B, I681C, I681D, I681E, I682, I688, I69, I690, I691, I692, I693, I694, I698 | |
| 5 | Demens | 29009-29019, 29309 | F00-F03, F051, G30 | 29009, 29010, 29011, 29018, 29019, 29309, | DF00, F000, F0000, F0001, F0002, F0003, F0004, F001, F0010, F0011, F0012, F0013, F0014, F002, F0020, F0021, F0022, F0023, F0024, F009, F0090, F0091, F0092, F0093, F0094, F01, F010, F0100, F0101, F0102, F0103, F0104, F011, F0110, F0111, F0112, F0113, F0114, F012, F0120, F0121, F0122, F0123, F0124, F013, F0130, F0131, F0132, F0133, F0134, F018, F0180, F0181, F0182, F0183, F0184, F019, F0190, F0191, F0192, F0193, F0194, F02, F020, F0200, F0201, F0202, F0203, F0204, F021, F0210, F0211, F0212, F0213, F0214, F022, F0220, F0221, F0222, F0223, F0224, F023, F0230, F0231, F0232, F0233, F0234, F024, F0240, F0241, F0242, F0243, F0244, F028, F0280, F0281, F0282, F0283, F0284, F03, F039, F0390, F0391, F0392, F0393, F0394, F051, G30, G300, G301, G308, G309 | 1 |
| 6 | Kronisk lungesygdom | 490-493, 515-518 | J40-J47, J60-J67, J684, J701, J703, J841, J920, J961, J982, J983 | 49000, 49001, 49009, 49100, 49101, 49102, 49103, 49104, 49108, 49109, 49200, 49201, 49208, 49209, 49300, 49301, 49302, 49308, 49309, 51509, 51519, 51529, 51599, 51609, 51619, 51629, 51700, 51701, 51709, 51899, | DJ40, J409, J41, J410, J411, J418, J42, J429, J429A, J429B, J43, J430, J430A, J431, J431A, J432, J438, J439, J439A, J44, J440, J441, J448, J448A, J448B, J449, J45, J450, J450A, J451, J451A, J458, J459, J46, J469, J47, J479, J60, J609, J609A, J61, J619, J62, J620, J628, J628A, J628B, J63, J630, J631, J632, J633, J634, J635, J638, J638A, J638B, J64, J649, J65, J659, J66, J660, J661, J662, J668, J67, J670, J671, J672, J673, J674, J675, J676, J677, J678, J678A, J678B, J678C, J678D, J678E, J679, J679A, J684, J701, J703, J841, J841A, J841B, J841C, J841D, J841E, J842, J843, J848, J848A, J849, J920, J961, J982, J982A, J983 | 1 |
| 7 | Bindevævssygdomme | 712, 716, 734, 446, 13599 | M05, M06, M08, M09, M30, M31, M32, M33, M34, M35, M36, D86 | 13599, 44609, 44619, 44629, 44630, 44631, 44639, 44649, 44690, 44691, 44692, 44699, 71209, 71219, 71229, 71239, 71249, 71259, 71609, 71619, 73400, 73401, 73402, 73408, 73409, 73419, 73490, 73491, 73499, | DD86, D860, D861, D862, D863, D863A, D868, D868A, D868B, D868C, D868D, D868E, D868F, D869, M05, M050, M050A, M051, M051A, M051B, M051C, M051D, M051E, M051F, M052, M053, M053A, M053B, M053C, M053D, M053E, M058, M059, M06, M060, M061, M062, M063, M064, M068, M069, M08, M080, M080A, M080B, M081, M082, M082A, M082B, M083, M084, M088, M088A, M089, M09, M090, M091, M092, M098, M30, M300, M301, M301A, M302, M303, M308, M308A, M31, M310, M310A, M310B, M311, M311A, M311B, M312, M313, M314, M315, M315A, M316, M316A, M318, M318A, M318B, M319, M32, M320, M321, M321A, M321B, M321C, M321D, M321E, M328, M329, M33, M330, M331, M332, M339, M34, M340, M341, M342, M342A, M342B, M348, M348A, M348B, M348C, M349, M35, M350, M350A, M350B, M350C, M350D, M350E, M351, M351A, M352, M353, M354, M355, M356, M356A, M357, M358, M359, M36, M360, M361, M361A, M361B, M361C, M362, M363, M364, M364A, M368, M368A, M368B | 1 |
| 8 | Ulcussygdom | 53091, 53098, 531-534 | K221, K25-K28 | 53091, 53098, 53100, 53101, 53108, 53109, 53190, 53191, 53192, 53193, 53194, 53195, 53196, 53198, 53199, 53209, 53290, 53291, 53299, 53309, 53390, 53391, 53399, 53409, | DK221, K221A, K221B, K221C, K221D, K221E, K25, K250, K250A, K250B, K250C, K250D, K250E, K250F, K251, K251A, K251B, K251C, K251D, K251E, K252, K252A, K252B, K252C, K252D, K252E, K253, K253A, K253B, K253C, K253D, K253E, K254, K254A, K254B, K254C, K254D, K254E, K254F, K254G, K254H, K254I, K254J, K255, K255A, K255B, K255C, K255D, K255E, K255F, K255G, K255H, K255I, K255J, K256, K256A, K256B, K256C, K256D, K256E, K256F, K256G, K256H, K256I, K256J, K257, K257A, K257B, K257C, K257D, | 1 |

| | | | | | | |
|----|------------------------------|--|--|--|---|---|
| | | | | 53490, 53491, 53499, | K257E, K259, K259A, K26, K260, K260A, K261, K261A, K262, K262A, K263, K263A, K264, K264A, K264B, K264C, K264D, K265, K265A, K265B, K265C, K265D, K266, K266A, K266B, K266C, K266D, K267, K267A, K267B, K269, K27, K270, K271, K272, K273, K274, K275, K276, K277, K279, K28, K280, K280A, K280B, K281, K281A, K281B, K281C, K282, K282A, K282B, K282C, K283, K283A, K283B, K283C, K284, K284A, K284B, K284C, K284D, K284E, K284F, K285, K285A, K285B, K285C, K285D, K285E, K285F, K286, K286A, K286B, K286C, K286D, K286E, K286F, K287, K287A, K287B, K287C, K289 | |
| 9 | Mild leversygdom* | 571, 57301, 57304 | B18, K700-K703, K709, K71, K73, K74, K760 | 57109, 57110, 57111, 57119, 57190, 57191, 57192, 57193, 57194, 57199, 57301, 57304, | DB180, B181, B182, B188, B189, K70, K700, K701, K702, K703, K703A, K709, K71, K710, K710A, K711, K711A, K711B, K711C, K711D, K712, K712A, K712B, K713, K713A, K713B, K714, K714A, K714B, K715, K715A, K715B, K715C, K715D, K716, K716A, K716B, K717, K717A, K717B, K718, K719, K73, K730, K731, K732, K732A, K732B, K732C, K732D, K732E, K732F, K732G, K738, K739, K74, K740, K740A, K740B, K741, K742, K743, K743A, K744, K745, K746, K746A, K746B, K746C, K746D, K746E, K746F, K746G, K760, K760A, K760B, K760C | 1 |
| 10 | Diabetes * | 24900, 24906, 24907, 24909, 25000, 25006, 25007, 25009 | E100, E101, E109, E110, E111, E119 | 24900, 24906, 24907, 24909, 25000, 25006, 25007, 25009, | DE10, E100, E100A, E100B, E100C, E100D, E100E, E100F, E101, E109, E109A, E11, E110, E110A, E110B, E110C, E110D, E110E, E111, E119, E119A, E14, E140, E140A, E140B, E140C, E140D, E141, E149 | 1 |
| 11 | Hemiplegi | 344 | G81, G82 | 34499, | DG81, G810, G811, G819, G82, G820, G821, G822, G823, G824, G825 | 2 |
| 12 | Moderat til svær nyresygdom | 403, 404, 580-583, 584, 59009, 59319, 75310-75319, 792 | I12, I13, N00-N05, N07, N11, N14, N17-N19, Q61 | 40399, 40499, 58000, 58001, 58002, 58008, 58009, 58199, 58200, 58201, 58202, 58208, 58209, 58300, 58301, 58302, 58308, 58309, 58499, 59009, 59319, 75310, 75311, 75319, 79299, | DI12, I120, I129, I13, I131, I139, N00, N000, N001, N002, N003, N004, N005, N005A, N005B, N005C, N006, N007, N008, N008A, N008B, N009, N01, N010, N011, N012, N013, N014, N015, N015A, N015B, N015C, N016, N017, N018, N018A, N018B, N019, N02, N020, N020A, N020B, N021, N021A, N021B, N022, N022A, N022B, N023, N023A, N023B, N024, N024A, N024B, N025, N025A, N025B, N025C, N025D, N025E, N025F, N026, N026A, N026B, N027, N027A, N027B, N028, N028A, N028B, N029, N029A, N029B, N03, N030, N031, N032, N033, N034, N035, N035A, N035B, N035C, N036, N037, N038, N038A, N038B, N039, N04, N040, N041, N042, N043, N044, N045, N045A, N045B, N045C, N046, N047, N048, N048A, N048B, N049, N05, N050, N051, N052, N053, N054, N055, N055A, N055B, N055C, N056, N057, N058, N058A, N058B, N059, N07, N070, N071, N072, N073, N074, N075, N075A, N075B, N075C, N076, N077, N078, N079, N11, N110, N110A, N111, N111A, N111B, N112, N118, N119, N14, N140, N140A, N141, N142, N143, N144, N17, N170, N170A, N171, N171A, N172, N172A, N172B, N172C, N178, N179, N18, N180, N188, N188A, N188B, N189, N19, N199, Q61, Q610, Q610A, Q610B, Q611, Q612, Q613, Q614, Q615, Q618, Q618A, Q619, Q619A | 2 |
| 13 | Diabetes med komplikationer* | 24901-24905, 24908 25001-25005, 25008 | E102-E108 E112-E118 | 24901, 24902, 24903, 24904, 24905, 24908, 25001, 25002, 25003, 25004, 25005, 25008, | DE102, E103, E104, E105, E105A, E105B, E105C, E105D, E106, E107, E108, E112, E113, E114, E115, E115A, E115B, E115C, E115D, E116, E117, E118, E142, E143, E144, E145, E145A, E145B, E145C, E145D, E146, E147, E148 | 2 |
| 14 | Solide kræftformer | 140-194 | C00-C75 | 14009, 14019, 14029, 14099, 14109, 14119, 14129, 14139, | DC00, C000, C001, C002, C003, C004, C005, C006, C008, C009, C01, C019, C02, C020, C021, C021A, C021B, C022, C022A, C023, C024, C028, C029, C03, | 2 |

| | | | | | |
|--|--|--|--|---|--|
| | | | <p>14199, 14209, 14280, 14281, 14289, 14299, 14309, 14319, 14399, 14499, 14509, 14519, 14589, 14599, 14609, 14689, 14699, 14700, 14701, 14702, 14708, 14709, 14809, 14819, 14889, 14899, 14999, 15000, 15001, 15002, 15008, 15009, 15109, 15119, 15180, 15181, 15182, 15189, 15199, 15209, 15280, 15281, 15289, 15299, 15300, 15301, 15302, 15309, 15319, 15329, 15339, 15380, 15389, 15399, 15409, 15410, 15411, 15419, 15429, 15509, 15519, 15589, 15609, 15610, 15611, 15618, 15619, 15629, 15699, 15709, 15780, 15781, 15789, 15799, 15809, 15899, 15999, 16009, 16019, 16029, 16089, 16099, 16109, 16180, 16181, 16189, 16199, 16209, 16210, 16211, 16212, 16213, 16214, 16215, 16216, 16218, 16219, 16309, 16319, 16399, 17009, 17019, 17029, 17039, 17049, 17059, 17069, 17079, 17089, 17099, 17109, 17119, 17129, 17139, 17199, 17209, 17219, 17229, 17230, 17239, 17249, 17259, 17260, 17261, 17262, 17269, 17279, 17289, 17299, 17309, 17319, 17329, 17330, 17339, 17349, 17359, 17360, 17361, 17362, 17369, 17379, 17389, 17399, 17400, 17401, 17402, 17408, 17409, 18000, 18001, 18002, 18003, 18008, 18009, 18199, 18200, 18201, 18202, 18203, 18208, 18209, 18299, 18300, 18301, 18302, 18303, 18308, 18309, 18319, 18399, 18400, 18401, 18409, 18419, 18489, 18499, 18599, 18699, 18700, 18701, 18702, 18708, 18709, 18780, 18789, 18799, 18800, 18801, 18802, 18808, 18809, 18909,</p> | <p>C030, C031, C039, C04, C040, C041, C048, C049, C05, C050, C051, C052, C058, C059, C06, C060, C061, C062, C068, C069, C07, C079, C08, C080, C081, C088, C089, C09, C090, C090A, C090B, C091, C091A, C091B, C092, C098, C099, C10, C100, C101, C102, C103, C104, C104A, C104B, C108, C109, C11, C110, C111, C112, C113, C118, C119, C12, C129, C13, C130, C131, C132, C138, C139, C14, C140, C141, C142, C148, C15, C150, C151, C152, C153, C154, C155, C158, C159, C16, C160, C161, C162, C163, C164, C165, C166, C168, C169, C17, C170, C171, C172, C173, C178, C179, C18, C180, C180A, C181, C182, C183, C184, C185, C186, C187, C188, C188A, C189, C19, C199, C20, C209, C21, C210, C210D, C210E, C210F, C210G, C210H, C210J, C210K, C210L, C210M, C210N, C210P, C210Q, C210R, C210S, C210T, C210U, C210V, C210W, C210Z, C211, C212, C218, C22, C220, C221, C222, C223, C224, C227, C229, C23, C239, C24, C240, C240A, C240B, C240C, C240D, C240E, C241, C248, C249, C25, C250, C251, C252, C253, C254, C257, C258, C259, C26, C260, C261, C268, C269, C30, C300, C300A, C300B, C300C, C301, C301A, C301B, C31, C310, C311, C312, C313, C318, C319, C32, C320, C320A, C321, C321A, C321B, C321C, C321D, C322, C323, C328, C329, C33, C339, C34, C340, C340A, C340B, C341, C342, C343, C348, C349, C37, C379, C38, C380, C380A, C381, C382, C383, C384, C388, C39, C390, C398, C399, C40, C400, C400A, C400B, C400C, C400D, C401, C401A, C401B, C402, C402A, C402B, C403, C403A, C403B, C408, C408A, C408B, C409, C409A, C409B, C41, C410, C410A, C410B, C410C, C410D, C411, C411A, C412, C412A, C413, C413A, C413B, C413C, C413D, C413E, C413F, C414, C414A, C414B, C414C, C414D, C414E, C414F, C418, C418A, C418B, C419, C419A, C419B, C43, C430, C430E, C430F, C430G, C430H, C430J, C430K, C430Z, C431, C431A, C431B, C431E, C431F, C431G, C431H, C431J, C431K, C431Z, C432, C432A, C432B, C432C, C432E, C432F, C432G, C432H, C432J, C432K, C432Z, C433, C433E, C433F, C433G, C433H, C433J, C433K, C433Z, C434, C434A, C434B, C434E, C434F, C434G, C434H, C434J, C434K, C434Z, C435, C435A, C435B, C435C, C435D, C435E, C435F, C435G, C435H, C435J, C435K, C435Z, C436, C436A, C436B, C436C, C436E, C436F, C436G, C436H, C436J, C436K, C436Z, C437, C437A, C437B, C437C, C437E, C437F, C437G, C437H, C437J, C437K, C437Z, C438, C438E, C438F, C438G, C438H, C438J, C438K, C438Z, C439, C439E, C439F, C439G, C439H, C439J, C439K, C439Z, C44, C440, C440D, C440E, C440F, C440G, C440H, C440J, C440K, C440L, C440M, C440N, C440P, C440Q, C440R, C440S, C440T, C440U, C440V, C440W, C440Z, C441, C441A, C441B, C441D, C441E, C441F, C441G, C441H, C441J, C441K, C441L, C441M, C441N, C441P, C441Q, C441R, C441S, C441T, C441U, C441V, C441W, C441Z, C442, C442A, C442B, C442C, C442D, C442E, C442F, C442G, C442H, C442J, C442K, C442L, C442M, C442N, C442P, C442Q, C442R, C442S, C442T, C442U, C442V, C442W, C442Z, C443, C443A, C443D, C443E, C443F, C443G, C443H, C443J, C443K, C443L, C443M, C443N, C443P, C443Q, C443R, C443S, C443T, C443U, C443V, C443W, C443Z, C444, C444A, C444B, C444D, C444E, C444F, C444G, C444H, C444J, C444K, C444L, C444M, C444N, C444P, C444Q, C444R, C444S, C444T, C444U, C444V, C444W, C444Z, C445, C445A, C445B, C445C, C445D, C445E, C445F, C445G, C445H, C445J, C445K, C445L, C445M, C445N, C445P, C445Q, C445R, C445S, C445T, C445U, C445V, C445W, C445Z, C446, C446A, C446B, C446C, C446D, C446E, C446F, C446G, C446H, C446J, C446K, C446L,</p> | |
|--|--|--|--|---|--|

| | | | | | | |
|----|---------|----------------|------------------------|--|--|---|
| | | | | 18919, 18929, 18990, 18991, 18992, 18999, 19000, 19001, 19002, 19003, 19004, 19008, 19009, 19100, 19101, 19102, 19103, 19104, 19105, 19106, 19107, 19108, 19109, 19200, 19201, 19208, 19209, 19219, 19220, 19228, 19229, 19239, 19249, 19259, 19299, 19399, 19409, 19419, 19429, 19439, 19449, 19489, 19499, | C446M, C446N, C446P, C446Q, C446R, C446S, C446T, C446U, C446V, C446W, C446Z, C447, C447A, C447B, C447C, C447D, C447E, C447F, C447G, C447H, C447J, C447K, C447L, C447M, C447N, C447P, C447Q, C447R, C447S, C447T, C447U, C447V, C447W, C447Z, C448, C448D, C448E, C448F, C448G, C448H, C448J, C448K, C448L, C448M, C448N, C448P, C448Q, C448R, C448S, C448T, C448U, C448V, C448W, C448Z, C449, C449D, C449E, C449F, C449G, C449H, C449J, C449K, C449L, C449M, C449N, C449P, C449Q, C449R, C449S, C449T, C449U, C449V, C449W, C449Z, C45, C450, C451, C452, C457, C459, C46, C460, C461, C462, C463, C467, C468, C469, C47, C470, C470A, C470B, C470C, C470D, C470E, C470F, C471, C471A, C471B, C471C, C471D, C472, C472A, C472B, C472C, C472D, C473, C473A, C473B, C474, C474A, C474B, C475, C475A, C475B, C476, C476A, C476B, C478, C478A, C478B, C479, C479A, C479B, C48, C480, C481, C481A, C481B, C481C, C482, C488, C49, C490, C490A, C490B, C490C, C491, C491A, C491B, C492, C492A, C492B, C493, C493A, C493B, C494, C495, C495A, C496, C498, C498A, C499, C50, C500, C500A, C500B, C500C, C500D, C501, C502, C503, C504, C505, C506, C508, C509, C51, C510, C510A, C511, C512, C518, C519, C519D, C519E, C519F, C519G, C519H, C519J, C519K, C519L, C519M, C519N, C519P, C519Q, C519R, C519S, C519T, C519U, C519V, C519W, C519Z, C52, C529, C53, C530, C531, C532, C533, C534, C538, C539, C54, C540, C541, C542, C543, C544, C545, C546, C548, C549, C55, C559, C56, C560, C561, C562, C563, C569, C57, C570, C571, C572, C573, C574, C577, C578, C579, C58, C589, C60, C600, C601, C602, C608, C609, C609D, C609E, C609F, C609G, C609H, C609J, C609K, C609L, C609M, C609N, C609P, C609Q, C609R, C609S, C609T, C609U, C609V, C609W, C609Z, C61, C619, C62, C620, C621, C629, C629A, C63, C630, C631, C632, C637, C637A, C637B, C638, C639, C64, C649, C65, C659, C66, C669, C67, C670, C671, C672, C673, C674, C675, C675A, C676, C677, C678, C679, C68, C680, C681, C688, C689, C69, C690, C691, C692, C692A, C693, C694, C694A, C695, C695A, C695B, C696, C697, C698, C699, C70, C700, C701, C709, C71, C710, C710A, C710B, C711, C712, C713, C714, C715, C716, C717, C717A, C717B, C717C, C718, C719, C72, C720, C721, C722, C722A, C723, C724, C725, C728, C729, C73, C739, C74, C740, C741, C749, C75, C750, C751, C752, C753, C754, C755, C755A, C755B, C758, C759 | |
| 15 | Leukæmi | 204-207 | C91-C95 | 20409, 20419, 20499, 20509, 20519, 20590, 20599, 20609, 20619, 20699, 20709, 20719, 20729, 20799 | DC91, C910, C911, C912, C913, C914, C914A, C915, C917, C917A, C919, C92, C920, C921, C922, C923, C923A, C923B, C924, C925, C927, C927A, C929, C93, C930, C931, C932, C937, C939, C94, C940, C941, C942, C943, C943A, C944, C945, C947, C947A, C95, C950, C950A, C950B, C951, C952, C957, C959 | 2 |
| 16 | Lymfom | 200-203, 27559 | C81-C85, C88, C90, C96 | 20009, 20019, 20199, 20209, 20219, 20220, 20229, 20290, 20299, 20399, 27559 | DC81, C810, C811, C812, C813, C817, C819, C82, C820, C821, C822, C827, C829, C83, C830, C831, C832, C833, C834, C835, C836, C837, C838, C839, C84, C840, C840A, C840B, C840C, C841, C842, C843, C844, C844A, C844B, C844C, C844D, C844E, C845, C845A, C845B, C845C, C845D, C85, C850, C851, C851A, C851B, C851C, C851D, C851E, C857, C857A, C859, C859A, C859B, C88, C880, C881, C882, C883, C887, C889, C90, C900, C901, C902, C902A, C96, C960, C961, C962, C963, C967, C967A, C969 | 2 |

| | | | | | | |
|----|-------------------------------|---|--|---|--|---|
| 17 | Moderat til svær leversygdom* | 07000, 07002, 07004, 07006, 07008, 57300, 45600-45609 | B150, B160, B162, B190, K704, K72, K766, I85 | 07000, 07002, 07004, 07006, 07008, 45600, 45601, 45609, 57300, | DB150, B159A, B160, B162, B190, I850, I859, K704, K720, K720A, K720C, K720D, K720E, K720F, K721, K729, K729A, K766 | 3 |
| 18 | Metastatic solid tumor | 195-198, 199 | C76-C80 | 19509, 19519, 19590, 19591, 19592, 19593, 19599, 19609, 19619, 19629, 19639, 19649, 19679, 19689, 19699, 19709, 19719, 19729, 19739, 19749, 19759, 19769, 19779, 19789, 19799, 19809, 19810, 19819, 19829, 19839, 19840, 19841, 19842, 19849, 19850, 19851, 19859, 19890, 19891, 19892, 19899, 19909, 19910, 19919, | DC76, C760, C760A, C760B, C760C, C761, C762, C763, C764, C765, C767, C768, C77, C770, C770A, C770B, C770C, C770D, C770E, C770F, C770G, C770H, C771, C771A, C771B, C772, C772A, C772B, C773, C773A, C773B, C773C, C773D, C774, C774A, C774B, C774C, C774D, C775, C775A, C775B, C778, C778A, C778B, C779, C779A, C779B, C78, C780, C781, C782, C783, C784, C785, C785A, C785B, C786, C786A, C786B, C786C, C787, C788, C79, C790, C790A, C790B, C791, C791I, C791J, C791S, C791T, C791U, C791V, C791X, C792, C793, C793A, C793B, C793C, C794, C795, C795A, C795B, C796, C797, C798, C80, C809 | 6 |
| 19 | AIDS | 07983 | B21-B24 | 07983, | DB21, B210, B210A, B211, B212, B213, B217, B218, B219, B22, B220, B220A, B221, B222, B227, B23, B230, B231, B232, B238, B24, B240, B249 | 6 |

*Diabetes og leversygdom indgår i to sværhedsgrader, men for hver af disse medregnes kun point for højeste kategori, hvis patienten har diagnoser i begge sværhedsgrader.