



Research Report
Statistical Research Unit
Department of Economics
University of Gothenburg
Sweden

Statistiska varningssystem för hälsorisker

E. Andersson & M. Frisé

**Research Report
2008:7
ISSN 0349-8034**

Mailing address:	Fax	Phone	Home Page:
Statistical Research Unit	Nat: 031-786 12 74	Nat: 031-786 00 00	http://www.statistics.gu.se/
P.O. Box 640	Int: +46 31 786 12 74	Int: +46 31 786 00 00	
SE 405 30 Göteborg			
Sweden			

Statistiska varningssystem för hälsorisker

Eva Andersson, docent, Statistiska forskningsenheten, Institutionen för nationalekonomi med statistik, Göteborgs universitet och Arbets- och miljömedicin, Sahlgrenska universitetssjukhuset och Sahlgrenska Akademin, Göteborgs universitet.

Marianne Frisen*, professor, Statistiska forskningsenheten, Institutionen för nationalekonomi med statistik, Göteborgs universitet.

*Korresponderande författare. Postadress: Box 640, 405 30 Göteborg, tel: 031-7831255, fax: 031-7861274, e-post: marianne.frisen@statistics.gu.se.

Ämnesord: Surveillance, Monitoring, Outbreak, Quality Control, Followup

Sammanfattat

Varningssystem behövs t.ex. vid intensivövervakning, smittskydd, miljörisker och kvalitetskontroll av vården.

Statistiska varningssystem signalerar när det skett en väsentlig ändring och man vet vilka egenskaper systemet har.

För varningssystem är det viktigt att larmet kommer snabbt efter förändringen utan att det blir många falsklarm.

I ett varningssystem kan inte hypotesprövning på vanligt sätt användas. Det behövs istället speciell metodik.

Enbart subjektiv övervakning av data medför stor bedömarvariation varför en kombination med ett statistiskt system kan vara av värde.

Metodiken exemplifieras för influensaövervakning.

1 Introduktion

1.1 Exempel på behov

Inom många områden görs fortlöpande observationer i syfte att upptäcka förändringar. Vården hos en patient övervakas för att upptäcka en förändring som kräver åtgärd. Vid intensivövervakning är det uppenbart att man måste följa förloppet noga och slå larm så snart som möjligt när en åtgärd behövs. Vid förlösningsövervakning av barnets hjärtverksamhet är övervakningsproblematiken tydlig (1). Övervakning efter transplantation (2) är ett exempel där tidsperspektivet är ett annat men vikten av att larma i rätt tid är tydligt.

Epidemiologisk övervakning av en population (3) kan gälla att fortlöpande registrera och analysera antal nya sjukdomsfall eller antal förskrivna recept av viss typ. Om hälsomyndigheter kan övervaka och snabbt upptäcka förändringar i folkhälsan, blir det möjligt att tidigare sätta in åtgärder som skyddar befolkningen. I USA blev intresset stort för hälsoövervakning och övervakning av symptom, efter 11 september 2001. CDC (Centre for Disease Control and prevention) bedriver mycket utveckling kring övervakningssystem. Vid sjukdomsutbrott är det ofta av värde att tidigt upptäcka ett ökat antal fall (eller en ökad incidens), så att motåtgärder kan vidtas (4). Övervakning av registerstatistik kan också ge signaler om att befolkningen är utsatt för hälsovådliga gifter eller andra hälsofaror. Inte bara siffror utan även text i journaler och på internet övervakas. Registrering av information från vårdguider på internet prövas av Smittskyddsinstitutet ((5)). Övervakning av texter har diskuterats i USA, t ex inom RODS (Real-time Outbreak and Disease Surveillance, <https://www.rods.pitt.edu/site/>). Mycket av diskussionen behandlar dataregistrering och kategorisering av sökorden ((6), (7)). Thalidomide-katastrofen visar också på behovet av fortlöpande övervakning så att biverkningar av läkemedel snabbt upptäcks.

Behovet av kvalitetskontroll i vården uppmärksammas alltmer. Det extrema fallet med den brittiska familjedoktorn Shipman, som mördade ca 300 av sina patienter blev en väckarklocka. Behovet av fortlöpande kontroller så att man snabbt får en varning vid kvalitetsbrister är stort.

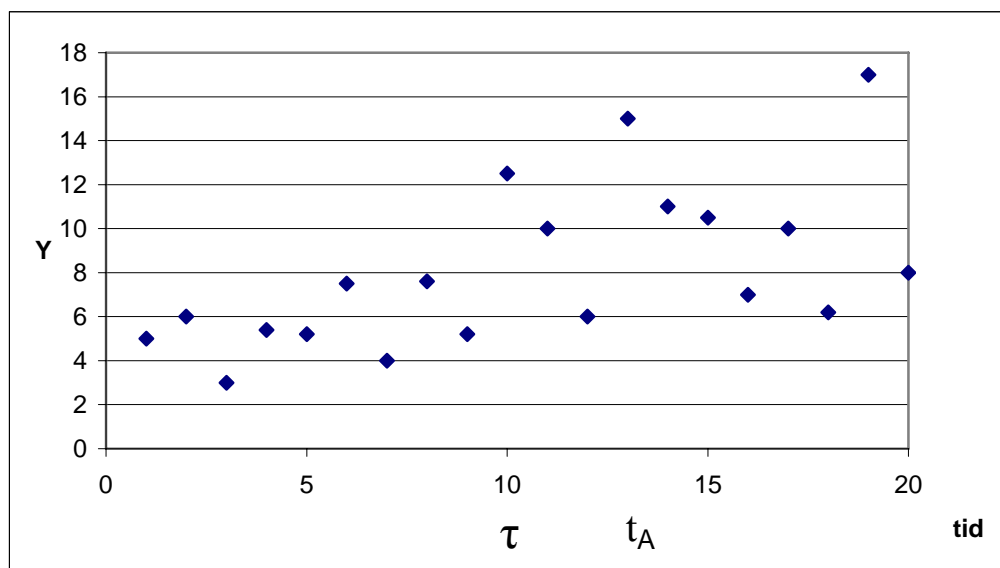
Vid alla dessa exempel är system för snabb upptäckt till nytta både på en individuell nivå och för samhället.

1.2 Vad utmärker ett varningssystem

Fortlöpande systematisk insamling, analys och tolkning av hälso-relaterade variabler behövs för ett varningssystem. Här behandlas framför allt de statistiska problemen och inte datainsamlingen. Med statistisk metodik kan varningssystem utvecklas för att bedöma när tillräckligt säker information finns för larm och för att separera slumpmässiga fluktuationer från systematiska ändringar. Syftet med övervakning är att upptäcka när en process börjar uppföra sig annorlunda än vad den gör om den är ”i kontroll”. Eftersom man ofta vill göra en åtgärd så snart som möjligt efter förändringen, måste analysen göras sekventiellt; så fort ny information finns tillgänglig görs en ny

bedömning. I fallet med sjukdomsutbrott kan det t ex vara att upptäcka när incidensprocessen ser annorlunda ut jämfört med den ”icke-epidemiska” perioden.

I figur 1 exemplifieras övervakningsproblematiken med ett fiktivt exempel för procentandelen vårdrelaterade infektioner. När man retrospektivt studerar alla data så är det klart att det skedde en förhöjning av infektionsrisken vid tidpunkt 10., Tidpunkten då ändringen skedde betecknas med τ . Vid fortlöpande övervakning får man successivt tillgång till informationen. Kanske man inte skulle slå larm förrän vid tidpunkten $t_A = 13$. Ett bra övervakningssystem har en kort fördröjning. I detta exempel är fördröjningen $t_A - \tau = 13 - 10 = 3$. Den kanske kan bli kortare med en annan metod.



Figur 1. Ett mätvärde Y (t.ex procentandelen vårdrelaterade infektioner) noteras vid varje tidpunkt. I början ligger värdena kring nivån 5% men vid tiden $\tau=10$ sker en förändring och värdena ligger därefter kring nivån 10%. En viss metod ger larm vid tiden $t_A=13$.

1.3 Skillnaden mot vanlig hypotesprövning

En skillnad mellan fortlöpande övervakning och vanlig hypotesprövning är att övervakningen görs prospektivt, ej retrospektivt. Det räcker inte alltid att i efterhand (t ex vid tid 20 i figur 1) peka ut var förändringen skedde. Istället vill man veta det så fort som möjligt efter att det inträffat för att kunna vidta åtgärd. Övervakning skiljer sig också från sekventiell hypotesprövning, där test görs fortlöpande och datainsamlingen avbryts så snart nollhypotesen har accepterats eller förkastats. Vid övervakning, då förändringar kan ske när som helst, kan man inte avbryta övervakningen även om man inte fått larm på väldigt lång tid; vid nästa tidpunkt kan ju ändringen ske. Vid sekventiell hypotesprövning kan slutsatsen bli att det finns tillräckligt med bevis för att konkludera att nollhypotesen är sann, medan i övervakning drar man slutsatsen att ”än så länge har inget skett”.

2 Metoder för fortlöpande övervakning

Övervakning (i betydelsen fortlöpande bevakning) kallas i den vetenskapliga litteraturen "surveillance", "monitoring", "change-point detection", "early warning systems". Termen "syndromic surveillance" används för övervakning av hälsorelaterade data i vid mening. Statistisk metodik för övervakning har utvecklats utifrån enkla metoder för industriell kvalitetskontroll (quality control) och avancerade metoder inom sannolikhetsteori för optimala stoppregler (optimal stopping rules) men har på senare år utvecklats snabbt för att möta de behov som finns inom medicin, miljö, finans och andra områden. Det vanligaste är ännu en subjektiv övervakning där en områdeskunnig person granskar sekventiellt inkommande data för att avgöra om någon väsentlig ändring har inträffat. Formelbaserad metodik (som nästan alltid utförs m.h.a. datorer) kallas ibland "automatisk övervakning" eller "datorbaserad övervakning". I avsnitt 4.3 redovisar vi ett experiment med jämförelse mellan en subjektiv och en statistisk övervakning.

2.1 Användning av upprepad hypotesprövning

Den enklaste typen av övervakning använder bara den senaste observationen och testar om den är extrem. Detta kallas Shewhart-ansats (8) och fungerar bra om man vill upptäcka en plötslig stor förändring, (9). I många fall är man dock intresserad av att upptäcka mindre eller successiva förändringar. Då är det bättre att använda metoder som ackumulerar informationen.

Istället för att testa bara den senaste observationen, kunde man kanske göra upprepad hypotesprövning baserad på alla tillgängliga observationer. Nackdelen med detta är att om förändringen sker sent, blir den svår att upptäcka. Skälet är att alla observationer före ändringen har samma vikt som observationerna efter förändringen. Det finns alltså behov av speciella metoder som ackumulerar informationen och låter sena observationer ha högre vikt än tidiga.

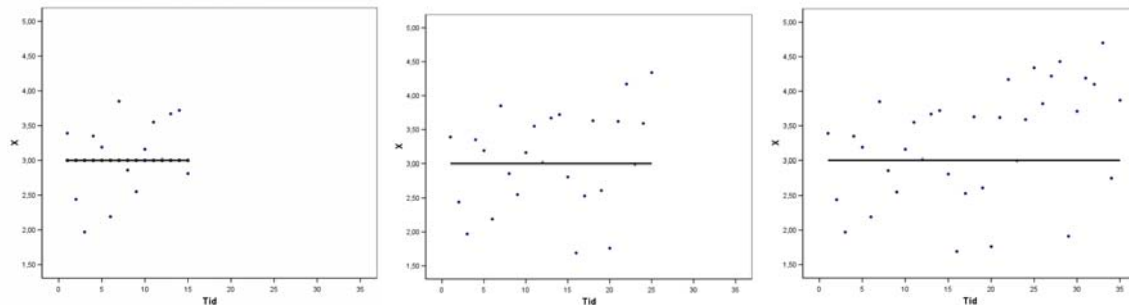
2.2 Speciella metoder för övervakning

Exempel på metoder som ackumulerar informationen är CuSum (10), EWMA (11) och metoder baserade på den fulla trolighetskvoten (likelihood ratio), (12), (13). I dessa metoder ackumuleras informationen på ett sådant sätt att senare observationer väger tyngre, dvs senare händelser får större vikt än vad som hände för länge sedan.

I flera länder används statistiska system för övervakning av smittsamma sjukdomar och detta planeras även i Sverige. På statistiska forskningsenheten i Göteborg har vi utvecklat, tillämpat och evaluerat ett antal nya metoder (se www.statistics.gu.se/surveillance).

Övervakning bygger ofta på fortlöpande analys av avvikelser från någon basnivå (eller basmodell). Vid varje ny tidpunkt jämförs observationerna med denna basnivå och ett beslut fattas om huruvida det finns tillräcklig information för att säga att en ändring har skett. T.ex övervakas patienter som fått njur-transplantation dagligen genom deras värde på plasma-kreatinin (2) för att snabbt upptäcka tecken på avstötning. Där är basmodellen en linjär modell och man vill upptäcka en avvikelse från denna linjära utveckling. I figur 2 visas principen med sekventiella beslut, utifrån ett förenklat exempel

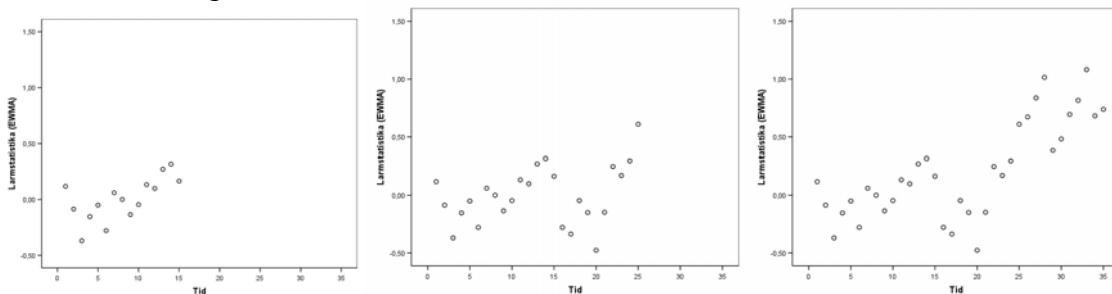
där basmodellen är en konstant nivå och man vill upptäcka en ökning från denna nivå. I figuren visas enbart beslutstidpunkt 15, 25 och 35, men i realiteten tas ett beslut vid varje tidpunkt.



Figur 2. Vid varje tidpunkt jämförs det observerade värdet med basnivån för att avgöra om det finns tecken på en förhöjd nivå (ändringen sker vid tidpunkt 22).

Varför tas ett beslut vid varje tidpunkt - vore det inte bättre att ta glesare beslut, t ex enbart vid tidpunkt 15, 25 och 35, så att man kan se en eventuell ökning tydligare? Men en avstötning vid tiden 22 skulle knappast upptäckas vid dag 25 och sedan har man inte chans att upptäcka avstötningen förrän vid dag 35. Motiveringen för att ta täta beslut är att man då har möjlighet att upptäcka en förändring mycket tidigare. Annars finns en inbyggd försening.

För att urskilja ökningen bättre bör vi använda en övervakningsmetod som bygger på en funktion av differensen, t ex EMWA-metoden med ett exponentiellt vägt glidande medelvärde, som ger störst vikt till sena observationer, se figur 3.



Figur 3: Larmstatistikan för EWMA-metoden har applicerats på data, vilket gör det lättare att urskilja den förhöjda nivån

Ofta ansätter man en modell för basnivån och sedan studerar man skillnaden mellan basnivån och de observerade värdena. Om basnivån är okänd, brukar den skattas utifrån tidigare års data. Ibland blir skattningen osäker. En möjlig lösning på detta är att istället basera övervakningen på den inbördes relationen mellan successiva observationer. Vid Statistiska forskningsenheten, Göteborgs universitet, har vi utarbetat en semi-parametrisk metod, "Outbreak", där förändringen i monotonitet hos data studeras, istället för differensen gentemot en basnivå. Metoden upptäcker en förändring från en konstant (icke-specificerad) nivå till en ökande trend (där ökningstakten och ökningsmönstret inte behöver specificeras). Metodiken bygger på Statistiska forskningsenhetens tidigare forskningsresultat om robust regression och optimal utvärdering av information. Användarvänliga datorprogram har utarbetats, dels för Poissonfördelning som passar vid

sjukdomsincidens och dels för normalfördelning som passar för andra variabler. Programmen finns fritt tillgängliga genom kontakt med författarna.

I vissa fall karaktäriseras ett utbrott av att personer som bor nära varandra blir sjuka ungefär vid samma tidpunkt, medan det inte är någon ökad incidens i omkringliggande områden (det uppstår ett kluster). Ett exempel på metodik för klusterdetektion är datorprogrammet SatScan (14).

3 Utvärdering av övervakningssystem

3.1 *Andra mått än vid hypotesprövning behövs*

Mått som sensitivitet och specificitet är utvecklade för och fungerar bra i situationer då man har enbart ett beslut att fatta. För en retrospektiv situation finns bara ett naturligt tillfälle att avgöra om ändringen skett eller inte. Men i en prospektiv situation med upprepade beslut så finns många tidpunkter då systemet kan larma och många tidpunkter då ändringen kan ha inträffat. Specificiteten går mot noll när övervakningen har pågått länge.

3.2 *Speciella utvärderingar för övervakning*

Det är viktigt att veta om systemet ger larm som kommer i rätt tid. Syftet är att upptäcka en förändring så snart som möjligt efter att den inträffat, men utan alltför många falska larm, dvs tidsaspekten är viktig. I en situation då man övervakar veckodata, blir nya data tillgängliga varje vecka och ett nytt beslut fattas. Varje vecka kan utbrottet inträffa, man vet inte i förväg. För att avgöra vilket övervakningssystem som passar bäst för ett specifikt problem, är ett kriterium hur snabbt systemet ger en varning för en förändring. Man behöver ett mått på den genomsnittliga förseningen för ett motiverat larm. Man behöver också ett mått på risken för att larma falsk (ett larm trots att ingen ändring har skett). Vid övervakning används inte signifikansnivå. Istället mäts egenskaper med hur lång tid man skall förvänta sig till larm.

3.3 *Larmgräns*

Om larmgränsen sätts lågt blir det lätt att larma, vilket ger många falska larm, men när förändringen verkligen inträffar så kommer larmet fort, vilket är bra. Om vi sätter larmgränsen högt får vi få falska larm (vilket är bra) men de motiverade larmen har lång försening (vilket är negativt). Man kan använda system med två gränser: en varningsgräns ("se upp") och en larmgräns ("överväg åtgärd"). Larmgränsen sätts utifrån någon kostnads kalkyl rörande om det är värst att larma falskt eller att ha lång försening när något verkligen har hänt. Detta beror på tillämpningen och på hur stora möjligheter man har till uppföljande undersökningar för att ta reda på om larmet är motiverat eller falskt. Med statistisk metodik kan vi beräkna vilken gräns som är "lagom". Frågan om lagom många larm utifrån den effekt medie-larm har på allmänheten diskuteras i (15). Alltför många larm medför att de negligeras. Alltför få larm medför att en viktig varning har uteblivit. Prediktivt värde hos ett larm, dvs sannolikheten att en förändring har skett när man får larm, är här ett viktigt instrument. För vissa metoder (t.ex. Shewhart) är det

prediktiva värdet mycket lågt vid ett tidigt larm. För andra metoder är det prediktiva värdet relativt oberoende av när larmet kommer vilket avsevärt förenklar tolkningen.

4 Användning av övervakningssystem för upptäckt av utbrott av epidemier

4.1 Om övervakning av tularemi i Sverige och USA

På Smittskyddsinstitutets hemsida, <http://www.smittskyddsinstitutet.se/sjukdomar/harpest/>, kan man läsa: ”Harpest eller tularemi är en bakterieorsakad vektorburen zoonos, d.v.s. en sjukdom som kan överföras mellan djur och människa. Den drabbar främst olika gnagare, men smittan kan på flera olika sätt överföras till människan”

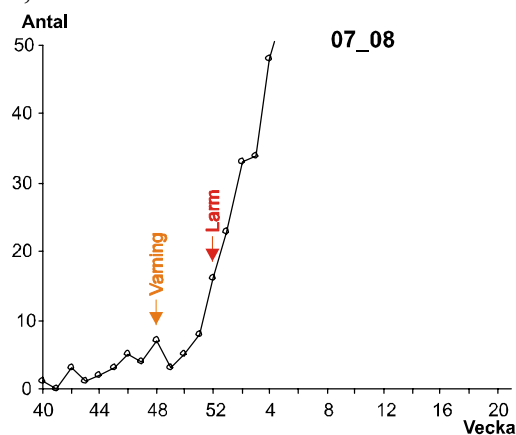
På CDCs hemsida <http://www.bt.cdc.gov/agent/tularemia/facts.asp> står ”*Francisella tularensis* is very infectious. A small number (10-50 or so organisms) can cause disease. If *F. tularensis* were used as a weapon, the bacteria would likely be made airborne for exposure by inhalation. People who inhale an infectious aerosol would generally experience severe respiratory illness, including life-threatening pneumonia and systemic infection, if they are not treated.” Vidare beskrivs att “The CDC operates a national program for bioterrorism preparedness and response that incorporates a broad range of public health partnerships.”

Beskrivningarna visar på de dubbla rollerna för övervakningssystem: för planeringsändamål av den ordinära sjukligheten samt för att varna för katastrofer av olika slag såsom bioterrorism eller nya sjukdomar.

4.2 Övervakning av influensa i Sverige

Information om den svenska influensaincidensen sköts av Smittskyddsinstitutet. Data samlas in varje vecka, över ILI (influensa-liknande symtom) och LDI (laboratoriekonfirmerade fall av influensa).

Outbreak-metoden appliceras på senaste säsongen av svenska LDI-data i Figur 6. Larmgränsen har satts utifrån resultat i en stor simuleringsstudie. Där fick vi fram en larmgräns som gav prediktivt värde ca 0,99 och en varningsgräns med prediktivt värde ca 0,90.



Figur 5. Antal laboratoriekonfirmerade fall av influensa (A eller B) per vecka under säsongen 2007-2008. Pilarna indikerar när Outbreak-metoden ger larm för att årets utbrott har skett. Den första pilen ger en varning (med ett prediktivt värde 0,90) och den andra ger ett tillförlitligt larm (med prediktivt värde 0,99).

4.3 *Subjektiv bedömning jämfört med ett övervakningsystem*

När en kurva eller process studeras retrospektivt, är det ofta lätt att identifiera vändpunkter och utbrott. Men i praktiken så blir data tillgängliga sekventiellt och bedömningar och beslut görs också sekventiellt (t ex varje vecka). För att jämföra utbrottsdetektion i ett automatiskt system med utbrottsdetektion via subjektiv bedömning, gjorde vi ett experiment.

Tjugosex medicinskt skolade personer fick 4 omgångar med grafer som visade influensadata (liknande figur 5). Varje omgång omfattade 10 grafer; i första grafen visades antal influensafall för vecka 40, i andra grafen visades antalet fall för vecka 40 och 41, osv. Varje försöksperson studerade graferna sekventiellt (en graf i taget) och så fort personen bedömde att utbrottet hade startat så markerades denna graf.

Resultatet från den subjektiva bedömningen jämfördes med den semi-parametriska Outbreak-metoden. Den subjektiva metoden hade sämre effektivitet och prediktivt värde (se (16)). Viktigast är ändå att variationen mellan olika bedömare undviks med en statistisk metod.

5 **Diskussion**

I många situationer är det av intresse att upptäcka en förändring på ett tidigt stadium, för att mildra dess effekter eller vidta åtgärder. Eftersom data ofta innehåller slumpmässiga komponenter, behövs statistisk metodik för att särskilja stokastiska variationer från systematiska ändringar, på motsvarande sätt som man behöver testa om en gruppskillnad är tillräckligt stor för att inte vara åstadkommen av slumpen. Om man tidigt vill upptäcka ändringar räcker det inte att retrospektivt studera ”hur blev det”. Då behövs fortlöpande övervakning. Det som skiljer övervakning från hypotesprövning är att upprepade beslut tas, inte enbart ett beslut. Om nya data kommer in varje dag, så tas ett nytt beslut varje dag. Shewhart-metoden innebär att man enbart använder informationen från den senaste tidpunkten, men ofta är det mer effektivt att aggregera informationen (utnyttja all information ”fram till nu”) för att avgöra om en förändring har skett eller inte.

I situationer då man vill upptäcka en ändring från en specifik, känd basnivå så finns väl etablerade övervakningsmetoder. Användarvänligt datorprogram för beskrivning av vanliga övervakningsmetoders egenskaper finns fritt tillgängligt från författarna. I situationer då man vill upptäcka en ökning från en okänd nivå kan den nya Outbreak-metoden vara av värde.

En retrospektiv datering av en ändringstidpunkt är ofta förhållandevis lätt att göra, men i en sekventiell situation har vi enbart tillgång till data ”fram till nu”. Vid ett experiment, se (16), jämfördes den bedömning som ett antal medicinskt tränade personer gjorde (av sekventiellt inkommande influensadata) med den bedömning som görs av ett automatiserat system. Det automatiserade systemet fungerade bättre än den subjektiva bedömningen, i termer av försening av larm och prediktivt värde. Orsakerna är bättre effektivitet och att den stora variationen mellan bedömare undviks. Ofta kan den statistiska metoden, i kombination med en expertbedömning, ge underlag för ett sammanvägt avgörande. Med bra statistiskt varningssystem som ger tidig och säker varning kan samhället ge förebyggande råd, hjälpa drabbade människor, dimensionera

vårdinsatser och hindra visst insjuknande. Individer och samhälle kan därigenom minska hälsorisker.

Vid Statistiska forskningsenheten i Göteborg sker vårt arbete med utarbetande av automatiska system för övervakning av smittsamma sjukdomar i samarbete med Smittskyddsinstitutet. Vårt arbete med statistiska varningssystem för hälsorisker stöds av Krisberedskapsmyndigheten. Mer information om övervakningsmetodik finns på CDC:s hemsida www.cdc.gov (där finns också en bibliografi om statistisk övervakningsmetodik) samt på www.statistics.gu.se/surveillance.

Referenser

1. Frisé M. Evaluations of Methods for Statistical Surveillance. *Statistics in Medicine* 1992;11(11):1489-1502.
2. Trimble IM, West M, Knapp MS, Pownall R, Smith AF. Detection of renal allograft rejection by computer. *British Medical Journal* 1983;286(6379):1695-1699.
3. Frisé M. Epidemiologisk övervakning. *Svepet* 2005:9-10.
4. Andersson E. Monitoring system for detecting starts and declines of influenza epidemics. *Morbidity and Mortality Weekly Report* 2004;53(Suppl):229-229.
5. Gunnartz K. Influenza övervakas via sökloggar på vårdguider. *Läkartidningen* 2008:1642.
6. Chapman WW, M CL, Wagner MM, Haug PJ, Ivanov O, Dowling JN, et al. Classifying free-text triage chief complaints into syndromic categories with natural language processing. *Artificial Intelligence in Medicine* 2005;33(1):31-40.
7. Dara J, Dowling JN, Travers D, Cooper GF, Chapman WW. Evaluation of preprocessing techniques for chief complaint classification. *Journal of Biomedical Informatics*; Available online 29 November 2007.
8. Shewhart WA. *Economic Control of Quality of Manufactured Product*. London: MacMillan and Co.; 1931.
9. Frisé M. Statistical surveillance. Optimality and methods. *International Statistical Review* 2003;71(2):403-434.
10. Page ES. Continuous inspection schemes. *Biometrika* 1954;41(1-2):100-114.
11. Roberts SW. Control Chart Tests Based on Geometric Moving Averages. *Technometrics* 1959;42(1):239-250.
12. Shiryaev AN. On optimum methods in quickest detection problems. *Theory of Probability and its Applications*. 1963;8(1):22-46.
13. Frisé M, de Maré J. Optimal Surveillance. *Biometrika* 1991;78(2):271-280.
14. Kulldorff M. Prospective time periodic geographical disease surveillance using a scan statistic. *Journal of the Royal Statistical Society A* 2001;164(1):61-72.
15. Ahlbom A. Hur många larm om hälsorisker är lagom? *Läkartidningen* 2007;104(48):3674-3676.
16. Frisé M, Andersson E, Schiöler L. Robust outbreak surveillance of epidemics in Sweden: Statistical Research Unit, Department of Economics, Göteborg University, Sweden; 2007. Report No.: 2007:12.

Research Report

- 2007:7 Andersson, E.,
Kühlmann-Berenzon, S.,
Linde, A., Schiöler, L.,
Rubinova, S. & Frisén,
M.: Predictions by early indicators of the time and
height of yearly influenza outbreaks in Sweden.
- 2007:8 Bock, D., Andersson, E.
& Frisén, M.: Similarities and differences between statistical
surveillance and certain decision rules in finance.
- 2007:9 Bock, D.: Evaluations of likelihood based surveillance of
volatility.
- 2007:10 Bock, D. & Pettersson,
K. Explorative analysis of spatial aspects on the
Swedish influenza data.
- 2007:11 Frisén, M. & Andersson,
E. Semiparametric surveillance of outbreaks.
- 2007:12 Frisén, M., Andersson,
E. & Schiöler, L. Robust outbreak surveillance of epidemics in
Sweden.
- 2007:13 Frisén, M., Andersson,
E. & Pettersson, K. Semiparametric estimation of
outbreak regression.
- 2007:14 Pettersson, K. Unimodal regression in the two-parameter
exponential family with constant or known
dispersion parameter.
- 2007:15 Pettersson, K. On curve estimation under order restrictions.
- 2008:1 Frisén, M. Introduction to financial surveillance.
- 2008:2 Jonsson, R. When does Heckman's two-step procedure for
censored data work and when does it not?
- 2008:3 Andersson, E. Hotelling's T2 Method in Multivariate On-Line
Surveillance. On the Delay of an Alarm.
- 2008:4 Schiöler, L. & Frisén, M. On statistical surveillance of the performance of
fund managers.
- 2008:5 Schiöler, L. Explorative analysis of spatial patterns of
influenza incidences in Sweden 1999 – 2008.
- 2008:6 Schiöler, L. Aspects of Surveillance of Outbreaks.