



Sveriges lantbruksuniversitet  
Fakulteten för Veterinärmedicin och husdjursvetenskap  
Hippologenheten

Seminariekurs i hästens biologi, 5 hp

2017

**MRSA hos häst och hästvårdande personal**

*Helena Thorolfson Rainamo*

**Strömsholm**

**HANDLEDARE:**

*Nina Roepstorff, Strömsholm*

---

Seminariekurs i hästens biologi (HO0084) är en obligatorisk del i hippologutbildningen och syftar till att ge de studerande grundläggande träning i att självständigt och på ett vetenskapligt sätt kunna analysera och relatera olika värden, samt redogöra för uppgift skriftligt och muntligt. Föreliggande arbete är således ett studentarbete på A-nivå och dess innehåll, resultat och slutsatser bör bedömas mot denna bakgrund.

# INNEHÅLL

|                          |   |
|--------------------------|---|
| REFERAT .....            | 1 |
| INLEDNING .....          | 1 |
| Problem.....             | 2 |
| Syfte.....               | 2 |
| Frågeställning .....     | 2 |
| LITTERATURSTUDIE .....   | 2 |
| Förekomst av MRSA.....   | 2 |
| Smittspridning .....     | 3 |
| Stammar och kloner ..... | 3 |
| Zoonoser.....            | 5 |
| Preventiva åtgärder..... | 5 |
| DISKUSSION .....         | 5 |
| Slutsats .....           | 7 |
| REFERENSER.....          | 7 |
| Litteratur.....          | 7 |

## REFERAT

Methicillinresistenta *Staphylococcus aureus*, MRSA, innebär bakterier som är resistenta mot penicilliner och flera andra antibiotikaklasser. MRSA identifierades första gången hos häst 1993 i Michigan, sedan dess har antalet fall ökat globalt sett. Friska hästar har i undersökningar visat sig ha låg förekomst av MRSA, men på kliniker har det påvisats i högre frekvens. Risken för spridning är större på anläggningar med fler än 20 hästar.

MRSA är ett ökande problem och är zoonotiskt. Syftet är att belysa problemet med MRSA spridningen och dess konsekvenser. Frågeställningarna arbetet utgår ifrån är: I vilken omfattning förekommer MRSA? Hur klassificeras de olika stammar och kloner som MRSA uppträder i? Vilken är vanligast hos häst? Hur kan smittspridningen förhindras?

Provtagning av hästarna sker från nosöppningarna med hjälp av en steril nossvabb samt från rutinmässiga kliniska provtagningar från till exempel sår, hos hästar intagna på klinik. Detta följs av en mikrobiologisk analys. MRSA är ett samlingsbegrepp för olika stammar av *Staphylococcus aureus* med sinsemellan olika egenskaper men som alla har den gemensamma resistensgenen *mecA*. Molekylärgenetiska metoder används för att karakterisera de olika MRSA-stammarna. Resultaten visar att olika typer av MRSA-stammar infekterar olika djurgrupper och en viss stam, ST398, är dominerande hos häst. Människor som arbetar med djur som bär på MRSA, ST398, har visat sig vara infekterade av denna stam i högre grad än andra människor.

Slutsatsen är att MRSA har påträffats i hela världen hos såväl människor som djur. MRSA är zoonotiskt. Människor och djur kan drabbas av olika livshotande och ytterst svårbehandlade sjukdomstillstånd. Smittspridning mellan häst och hästvårdande personal verkar ske i högre utsträckning än hos andra djurgrupper. MRSA uppträder i en mängd olika former och delas in i olika klongrupper med olika egenskaper. Hos hästar är ST398 den vanligast förekommande klonen. Det är viktigt att sprida kunskap om MRSA samt att i tid vidta förebyggande åtgärder för att stoppa den ökande spridningen. God hygien och isolering av smittade djur är väsentliga faktorer för att stoppa den ökande smittspridningen.

**Sökord:** *Staphylococcus aureus*, antimicrobial-resistance, transmission.

## INLEDNING

Bakterien *Staphylococcus aureus* orsakar en rad allvarliga sjukdomar hos människor och djur. Samtidigt är den en av människans äldsta följeslagare och har samexisterat med människor och djur i tusentals år. Bakterien är en opportunist som kan kolonisera huden och näsan utan att göra skada. När den får chansen, ofta i samband med öppna sår eller ett försvagat immunförsvar hos individen kan den orsaka allt från hudirritationer, bölder och svårläkta sår, till allvarliga tillstånd som lunginflammation, blodförgiftning och infektioner i skelettet. (McKenna 2010)

Antibiotikaresistens hos bakterier, patogena för människor och djur, är ett växande problem, där antibiotikaresistenta Stafylokocker tillhör de allvarligaste (Loncaric et al. 2014).

MRSA står för methicillinresistent Staphylococcus aureus, vilket innebär att den är motståndskraftig mot penicilliner och flera andra antibiotikaklasser (Morgan 2008). MRSA förekommer i hela världen och ökar i omfattning (Morgan 2008). I Europa är Staphylococcus aureus den vanligaste multiresistenta bakterien och har sedan 1960-talet orsakat flertalet vårdrelaterade infektioner, känd som sjukhussjuka (hospital associated, HA-MRSA) på humansidan (Loncaric et al. 2014). Sedan 1990-talet har MRSA spridit sig i samhället och utvecklats utan kontakt med vårdrelaterade miljöer (community associated, CA-MRSA) (Loncaric et al. 2014). Den senaste upptäckten av MRSA hos olika djurgrupper (livestock associated, LA-MRSA) inklusive husdjur och hästar har gjort det nödvändigt att ta ett helhetsgrepp på bekämpningen av bakterien (Morgan 2008).

MRSA uppträder i form av olika stammar med varierande virulens och patogenitet samt förmåga att infektera olika djurgrupper (Morgan 2008).

Det första diagnostiserade fallet hos häst upptäcktes 1993 i Michigan (Morgan 2008). I Sverige påträffades det första fallet 2007 (Bergström et al. 2012). Hästar med MRSA innebär inte bara en risk för andra hästar utan även för hästvårdande personal (Maddox et al. 2012).

### **Problem**

MRSA är ett ökande problem och ett högaktuellt ämne. Spridningen ökar geografiskt och mellan flera olika djurgrupper (Morgan 2008). MRSA är zoonotiskt (Koop 2016; Vincze et al. 2014). Det kan finnas en risk att hästkliniker och andra stora hästanläggningar fungerar som smittspridare av det humana patogenet (Koop 2016).

### **Syfte**

Syftet är att belysa problemet med MRSA spridningen och dess konsekvenser.

### **Frågeställning**

I vilken omfattning förekommer MRSA? Hur klassificeras de olika stammar och kloner som MRSA uppträder i? Vilken är vanligast hos häst? Hur kan smittspridningen förhindras?

## **LITTERATURSTUDIE**

### **Förekomst av MRSA**

En tredjedel av alla människor i USA uppskattas idag bära på Staphylococcus aureus bakterien utan att bli sjuka (McKenna 2010). Den antibiotika resistent varianten, MRSA, bärs av ca 2 % av befolkningen (Koop 2016; McKenna 2010).

Första gången MRSA identifierades hos häst var 1993 i Michigan hos 11 hästar som infekterats efter operation på en veterinärklinik (Morgan 2008). Därefter följde utbrott i bland annat Japan 1996, då en grupp ston drabbats av infektion i livmodern (Maddox et al. 2012). Sedan dess har antalet fall stadigt ökat (Maddox et al. 2012). Orsaken till ökningen är än så länge okänd, men internationella hästaffärer och tävlingar kan vara en bidragande faktor (van Duijkeren et al. 2010). Friska hästar har i undersökningar påvisat låg förekomst av MRSA

men på kliniker förekommer det i högre frekvens (Koop 2016). Risken för spridning är större med fler än 20 hästar på samma anläggning (Morgan 2008).

Förekomsten av MRSA hos häst varierar mellan 0 och 4,7 % i olika studier utförda på hästgårdar i Europa, Kanada och USA. På hästkliniker var förekomsten högre. (van Duijkeren et al. 2010)

En av de mer omfattande studierna som gjorts på häst i Kanada innefattade 2283 hästar, där 3969 svabbprover från nosöppningen togs, visade att 2,7 % var infekterade (Morgan 2008). I Storbritannien utfördes en liknande studie med syftet att undersöka prevalensen av MRSA hos landets hästar, där togs 678 nosprover vid 65 slumpmässigt utvalda hästkliniker (Maddox et al. 2012). Resultatet visade att förekomsten av MRSA hos hästarna var låg, 0,6 %, men att det är ett ökande problem och skulle kunna leda till allvarliga konsekvenser ur hälsomässiga och ekonomiska aspekter för människor och hästpopulationen (Maddox et al. 2012). Även Sverige har haft utbrott av MRSA relaterat till hästkliniker, men det är ovanligt förekommande i landets hästpopulation där det av 300 undersökta hästar konstaterades förekomst hos en häst (Bergström et al. 2012). I Sverige är MRSA anmälningspliktigt och totalt har 32 fall av MRSA hos häst påträffats till och med september 2016 enligt Statens veterinärmedicinska anstalt i Uppsala. I Holland undersöktes 259 hästar innan de togs in på klinik, av dessa testade 24 hästar, 9,3 %, positivt för MRSA (van Duijkeren et al. 2010). Undersökning av de intagna hästarna visade att 62 av 149 hästar, 42 %, testade positivt för MRSA (van Duijkeren et al. 2010).

## **Smittspridning**

MRSA är särskilt bekymmersamt på grund av de begränsade behandlingsmetoder som finns (Vincze et al. 2014). Antalet licensierade antibiotikapreparat som finns tillgängliga för behandling av hästar är få till antalet (Maddox et al. 2012). MRSA är zoonotiskt (Koop 2016; Vincze et al. 2014). Signifikanta riskfaktorer är antal antibiotikabehandlingar ( $p=0.005$ ), antal dagar på klinik ( $p=0.003$ ) och kirurgiska ingrepp ( $p=0.001$ ) (Bergström et al. 2012; Vincze et al. 2014). I stort så liknar riskfaktorerna för djur att drabbas av MRSA det som gäller för människor, upprepade vårdbesök och nära kontakt med MRSA-bärare (Morgan 2008).

Hästar kan vara symtomlösa smittbärare, så kallad kolonisering, men vid skador och ingrepp uppstår problem med att behandla infektioner orsakade av MRSA. Vanligast förekomst är vid mjukdelinfektioner, efter operativa ingrepp och vid användande av intravenös kateter. (Maddox et al. 2012)

## **Stammar och kloner**

MRSA uppträder i form av olika stammar med sinsemellan olika geografisk spridning samt varierande virulens och patogenicitet (Deurenberg et al. 2007; Loncaric et al. 2014). De har olika resistenser mot antibiotika och uppträder hos olika värdjur (Morgan 2008). MRSA blir därför endast ett samlingsbegrepp för ett antal olika stammar (Deurenberg et al. 2007). De delar den grundläggande egenskapen av methicillinresistens men i övrigt skiljer de sig åt i väsentliga avseenden, exempelvis resistens mot andra typer av antibiotika samt olika sjukdomsalstrande gener (Deurenberg et al. 2007). Detta gör att en klassificering av stammarna med molekylärgenetiska metoder är helt nödvändig för att kunna identifiera, beskriva, förstå och bekämpa bakterien (Deurenberg et al. 2007; Maddox et al. 2012). I samband med LA-MRSA har nya stammar och kloner uppstått i djurriket med specifika sjukdomsalstrande förmågor (McKenna 2010). Dessa kan i vissa fall infektera människor och ge upphov till nya sjukdomstillstånd (McKenna 2010).

Flera olika klassificeringssystem används parallellt för att särskilja olika stammar av multiresistenta *Staphylococcus aureus*. Den mer exakta metoden innefattar jämförelser i flera loci så kallad multi locus sequence typing (MLST). Det resulterar i olika sekvenstyper (ST). En enklare och billigare metod är att undersöka endast ett lokus, nämligen genen som kodar för protein A. Endast en del av genen, den så kallade X-regionen, undersöks. Resultatet blir en indelning i så kallade spa-typer där spa står för *Staphylococcus protein A*. (Deurenberg et al. 2007)

En tredje metod som används för att klassificera MRSA-stammar inbegriper den resistensgen som definierar själva begreppet MRSA nämligen *mecA*-genen som kodar för det protein, penicillin binding protein (PBP2a), som är ansvarigt för själva resistensen. Denna gen är situerad på ett rörligt genetiskt element kallat *Staphylococcal Chromosomal Cassette (SCC)* som kan transporteras mellan bakterier. När detta genetiska element förs in i en *Staphylococcus aureus* bakterie så integreras *mecA*-genen i bakteriens kromosom och den förvandlas från methicillinkänslig (MSSA) till methicillinresistent (MRSA). Dessa "chromosomal cassettes" indelas i olika typer med varierande storlek och betecknas med romerska siffror. En fullständig klassificering av en MRSA-stam blir då som exempel: ST398- SCCmecIV- t011, det vill säga sekvenstyp 398, *Staphylococcal Chromosomal cassette IV spa*-typ 011. På basis av sådana molekylärgenetiska undersökningar kan sedan stammarna sorteras in i släktskapsgrupper, så kallade klongrupper, Clonal Complexes, (CC) exempelvis CC398, dit ST398 hör. (Deurenberg et al. 2007)

I Österrike utförde Loncaric et al. (2014) en omfattande studie med syftet att kartlägga förekomst av MRSA hos hästar och andra sällskapsdjur, samt att undersöka resistensgenernas mönster och likheter. Proverna hämtades från rutinmässiga kliniska provtagningar från till exempel sår, hos hästar intagna på klinik, följt av mikrobiologiska undersökningar av isolaten. Resultatet visade att stam ST398 var dominerande hos häst och förekom i 65 av 78 fall (83 %). Av dessa tillhörde 62 (79 %) spa-typ t011. Detta tyder på en stor homogenitet hos infekterande stammar hos häst. Denna stam har också visats sig konkurrera ut andra stammar i en undersökning i Schweiz. I en studie där stam ST254 var endemisk för 10 år sedan hade den helt och hållet ersatts av ST398. (Loncaric et al. 2014).

Bergström et al. (2012) utförde en retrospektiv utvidgad genetisk studie av alla isolat från hästar som tagits mellan december 2007 och mars 2010. Proverna togs både från klinik och från en screeningundersökning där 300 hästar ingick. Totalt påträffades tolv positiva prover. Av dessa var tio från klinik och två från screeningundersökningen. Även i denna studie påträffades ST398. Av tolv positiva prover var elva stycken spa-typ t011 och en var spa-typ t064. Av de tio klinikfallen kunde åtta knytas till samma hästklinik och två till en närliggande klinik. Nio av de elva isolaten som tidigare karakteriserats som spa-typ t011 visade stor homogenitet även i den utvidgade genetiska undersökningen. Slutsatsen blev att endast en stam var ansvarig för utbrottet men den primära källan blev aldrig identifierad. (Bergström et al. 2012)

I en studie i Tyskland med syftet att identifiera riskfaktorerna kring MRSA-infektioner hos hästar och andra husdjur undersöktes 106 MRSA-infekterade djur och 102 methicillin känsliga (methicillin sensitive, MSSA) djur deltog som kontroll. Djuren härstammade från 155 olika veterinärinrättningar runt om i Tyskland. Spa-typning utfördes i samtliga 106 MRSA fall. Medan katter och hundar som deltog i undersökningen huvudsakligen var infekterade med stammar tillhörande klongrupperna CC5 och CC22 så visade sig 87 % av hästarna vara infekterade av stammar tillhörande klongrupp CC398 och endast 12,5 % tillhörde CC8. (Vincze et al. 2014)

## **Zoonoser**

Ursprungligen speglade MRSA-infektioner hos husdjur de stammar som bekräftats hos människor och slutsatsen var att infektionen gått från människa till djur. Denna syn har dock modifierats i och med upptäckten av stammar som infekterar människor men tros ha utvecklats hos djur. Ett exempel är ST398 som från början associerats med grisar. (Morgan 2008)

Människor som arbetar med djur som bär på MRSA, ST398, har visat sig vara infekterade av denna stam i högre grad än andra människor (Morgan 2008). Mellan 2006 och 2010 upptäcktes sju humanfall i Sverige som befanns vara av spa-typ t011 vilken associeras med ST398 och utgör ytterligare en indikation på smittspridning mellan djur och människor (Bergström et al. 2012). Hästveterinärer löper större risk att infekteras av MRSA än andra veterinärer (Koop 2016).

I en studie av van Duijkeren et al. (2010) utförd på en klinik i Holland undersöktes 106 personer som varit i nära kontakt med hästarna. Av dessa testade 14,2 % positivt för MRSA. Provtagning i den omgivande miljön visade att 19/36 prover, 53 %, testade positivt för MRSA. Positiva prover var tagna i såväl stall, isoleringsrum, väntrum, undersökningsrum, personalrum som i cafeteria.

## **Preventiva åtgärder**

I syfte att förhindra smittspridning är god hygien, utbildning och isolering av smittade djur på kliniken väsentliga (Morgan 2008).

Rutinmässig provtagning av hästar för att finna koloniserade och infekterade djur skulle kunna hjälpa arbetet med att förhindra smittspridningen, men det är ett dyrt och opraktiskt alternativ (van Duijkeren et al. 2010). Att isolera hästar med MRSA är möjligt så länge de inte är för många men det viktigaste arbetet är att se till att spridning inte sker genom kontamination av miljön (van Duijkeren et al. 2010). Det har visats sig att både humankloner och de som sprids mellan djur kan överföras via föremål (McKenna 2010).

I Sverige blev utbrottet 2007 det som ledde till att hästveterinärer och sjukhuspersonal uppmärksammade det ökade behovet av infektionsbekämpning både för sin egen säkerhet och hästarnas (Bergström et al. 2012).

## **DISKUSSION**

MRSA förekommer i hela världen (Morgan 2008). Bergström et al. (2012), Maddox et al. (2012) och Morgan (2008) visar alla i sina studier att friska hästar har låg förekomst av MRSA. Förekomsten av MRSA hos häst var högst i den holländska studien utförd av van Duijkeren et al. (2010). Det låga antalet konstaterade fall av MRSA hos häst kan ha flera orsaker. En orsak kan vara att smittan har förts över till häst relativt nyligen och därför kan antalet smittade hästar förväntas öka under tid. Att studien av van Duijkeren et al. (2010) visade högre förekomst av MRSA kan bero på att Holland drabbades tidigare än andra länder.

Koop (2016) skriver att frekvensen av smittade hästar är högre hos hästar intagna på klinik. van Duijkeren et al. (2010) redovisar en frekvens på 42 % hos hästar intagna på klinik och 9,3 % hos hästar innan de togs in på klinik. Detta stödjer det resultat som både Bergström et al. (2012) och Vinzce et al. (2014) kom fram till i sina resultat vad beträffar riskfaktorer.

Möjligheten att hästar kan fungera som smittspridare till andra djur och människor gör att ett nytt synsätt på hästhantering är nödvändig. Bergström et al. (2012) konstaterar att förekomsten av MRSA i Sverige är låg men smittspridningen av MRSA ökar. Om smittspridningen fortsätter kan situationen vara en annan om bara några år. Orsaken till ökningen är än så länge okänd. Det faktum att antalet fall är lågt är en riskfaktor i sig då det kan leda till att provtagningarna inte blir tillräckligt omfattande. van Duijkeren et al. (2010) tar upp den ekonomiska aspekten i detta då omfattande provtagningar är kostsamma. Det innebär att både spridning och mörkertal kan öka.

Maddox et al. (2012) nämner att förutom de epidemiologiska konsekvenserna så kan de ekonomiska förlusterna bli kännbara. Morgan (2008) rapporterar att stora anläggningar löper större risk att drabbas. Det är stora ytor som måste saneras vilket är både tidskrävande och kostsamt. Hästens naturliga flockbeteende kan gynna smittspridningen eftersom de lever tätt inpå varandra.

Spridningen av MRSA och förekomsten hos både människor och hästar gör att man måste räkna med att risken finns att djur fungerar som reservoarer för stammar som sedan kan infektera människa. Det innefattar dels stammar av humant ursprung som initialt infekterat djur och sedan återinfekterar människor, men också stammar som har utvecklats hos djur och sedan infekterar människor. Hästveterinärer verkar enligt Koop (2016) vara mer smittade än andra veterinärer, vilket kan tyda på att smittspridningen är särskilt effektiv mellan häst och människa. Detta kan tyda på en bättre anpassningsförmåga än hos andra mindre virulenta stammar.

Att MRSA uppträder som olika stammar och kloner med olika egenskaper, vilket Deurenberg (2007) redogör för, innebär att risken finns att någon av dessa förändras så att patogena egenskaper kombineras med antibiotikaresistens så att de blir ytterst svårbehandlade. Evolutionen gör att en ökad användning av antibiotika selekterar fram mer resistent bakterier.

I studierna har svabbprover från nosöppningen samt analyser av rutinmässiga kliniska provtagningar använts som metod följt av mikrobiologiska undersökningar. Bergström et al. (2012) använde sig även av en retrospektiv studie. I de utförda studierna har ett relativt stort antal hästar ingått. Tillförlitligheten bör därmed anses vara tillfredsställande.

Deurenberg et al. (2007) redogör för de molekylärgenetiska metoder som används för att klassificera stammar och kloner. Målet är ett gemensamt klassificeringssystem. Ett gemensamt system kommer med all sannolikhet att förenkla jämförelser mellan olika undersökningar. Det innebär även att säkerheten i bestämningarna ökar, då vissa tidigare undersökningar inte kunde analysera alla kloner. Möjligheten att identifiera den primära smittkällan vid ett utbrott blir också större.

Trots att en lång rad olika stammar av MRSA har identifierats så återkommer vissa stammar frekvent i undersökningarna. I den omfattande österrikiska studien av Loncaric et al. (2014) förekom ST398 hos häst i 83 % av fallen. Av dessa var 79 % av spa-typ t011. I den tyska undersökningen som Vincze et al. (2014) utförde erhöles liknande resultat, 87 % av hästarna var infekterade av stammar som tillhörde klongrupp CC398 som är den klongrupp till vilken ST398 hör.

Både Bergström et al. (2012) och Koop (2016) skriver att människor som arbetar med hästar bär på ST398 i högre grad än andra människor. Detta kan ses som ett bevis på att överföring sker mellan häst och människa. Bergström et al. (2012) och Loncaric et al. (2014) skriver att



ST398 associeras med spa-typ t011. Denna stam förekommer hos flera djurgrupper inklusive häst. De undersökningar som redovisats i detta arbete bekräftar att ST398 är dominerande hos hästar trots den stora geografiska spridningen. I vidare undersökningar, när spridningen av MRSA ska följas, bör det riktas särskild uppmärksamhet på ST398. Det skulle också vara av intresse att utvidga undersökningarna till den omgivande miljön i likhet med studien som utfördes 2010 av van Duijkeren et al.

McKenna (2010) och van Duijkeren et al. (2010) tar upp problemet med att MRSA kan spridas via föremål. Det innebär att hygieniska åtgärder måste vara omfattande. Rutinmässiga provtagningar, där en gemensam klassificering av klonerna är till hjälp, kompletterar hygieniska åtgärder.

## **Slutsats**

MRSA har påträffats i hela världen hos såväl människor som djur. MRSA är zoonotiskt. Människor och djur kan drabbas av olika livshotande och ytterst svårbehandlade sjukdomstillstånd. Smittspridning mellan häst och hästvårdande personal verkar ske i högre utsträckning än hos andra djurgrupper. MRSA uppträder i en mängd olika former och delas in i olika klongrupper med olika egenskaper. Hos hästar är ST398 den vanligast förekommande klonen. Det är viktigt att sprida kunskap om MRSA samt att i tid vidta förebyggande åtgärder för att stoppa den ökande spridningen. God hygien och isolering av smittade djur är väsentliga faktorer för att stoppa den ökande smittspridningen.

## **REFERENSER**

### **Litteratur**

Bergström, K., Aspan, A., Landén, A., Johnston, C. och Grönlund- Andersson, U. (2012). The first nosocomial outbreak of methicillin- resistant *Staphylococcus aureus* in horses in Sweden, *Acta vet Scand*, vol. 54:11.

Deurenberg, R. H., Vink, C., Kalenic, S., Friedrich, A.W., Bruggeman, C. A. och Stobberingh, E. E. (2007). The molecular evolution of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*, *Clinical Microbiology and Infection*, vol. 13, ss. 222-235.

Koop, G. (2016). MRSA transmission between horses and vets: who`s doing the infecting?, *Veterinary record*, vol. 178, ss. 471-472.

Loncaric, I., Künzel, F., Licka, T., Simhofer, H., Spargser, J. och Rosengarten, R. (2014). Identification and characterization of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) from Austrian companion animals and horses, *Veterinary Microbiology*, vol. 168, ss. 381-387.

Maddox, T. W., Clegg, P. D., Diggle, P. J., Wedley, A. L., Dawson, S., Pinchbeck, G. L. och Williams, N. J. (2012). Cross- sectional study of microbial-resistant bacteria in horses. Part 1: Prevalence of antimicrobial-resistant *Escherichia coli* and methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*, *Equine Veterinary Journal*, vol. 44, ss. 289-296.

McKenna, M. (2010). *Superbug: The fatal menace of MRSA*. New York: Free press.

Morgan, M. (2008). Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and animals: zoonosis or humanosis?, *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, vol. 62, ss. 1181-1187.

van Duijkeren, E., Moleman, M., Sloet van Oldruitenborgh- Oosterbaan, M. M., Mullem, J., Troelstra, A., Fluit, A.C., van Wamel, W. J. B., Houwers, D. J., de Neeling, A. J. och Wagenaar, J. A. (2010). Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in horses and horse personnel: An investigation of several outbreaks, *Veterinary Microbiology*, vol. 141, ss. 96-102.

Vincze, S., Brandenburg, A. G., Espelage, W., Stamm, I., Wieler, L., Kopp, P. A., Lübke-Becker, A. och Walther, B. (2014). Risk factors for MRSA infection in companion animals: Results from a case-control study within Germany, *International Journal of Medical Microbiology*, vol. 304, ss. 787-793.