

HET SOMATISCH CELGETAL VAN DE MELK: EEN DIAGNOSTISCH MIDDEL OM MASTITIS OP TE SPOREN?

H. Laevens¹, H. Deluyker², G. Opsomer¹, S. De Vliegher¹, A. de Kruif¹

¹Vakgroep Voortplanting, Verloskunde en Bedrijfsdiergeneeskunde, Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Gent, Salisburylaan 133, B-9820 Merelbeke, België

²Pharmacia, Rijksweg 12, B-2870 Puurs, België

hans.laevens@rug.ac.be

SAMENVATTING

Mastitis is één van de belangrijkste aandoeningen op melkveebedrijven en veroorzaakt aanzienlijke economische verliezen. Als gevolg hiervan werden wereldwijd programma's opgestart om mastitis in te dijken. Daarbij staat het routinematig bepalen van het somatisch celgetal (somatic cell count, SCC) in de melk centraal.

Algemeen wordt aanvaard dat intramammaire infecties (IMI) de belangrijkste oorzaak zijn van schommelingen van het SCC. Andere factoren, zoals het ras, de pariteit, het lactatiestadium, de melkproductie en andere, werden eveneens beschreven als oorzaken van SCC-variatie. De verschillende niveaus van deze factoren werden in rekening gebracht om de infectiestatus van de uier of het kwartier met behulp van het SCC beter te voorspellen.

De methoden die werden voorgesteld om geïnfecteerde van niet-geïnfecteerde koeien of kwartieren te onderscheiden, zijn voornamelijk gebaseerd op drempelwaarden of op toenames van het SCC bij opeenvolgende staalnamen. De hoogte van de drempelwaarde en de grootte van de toename kunnen sterk variëren, afhankelijk van het beoogde doel (opsporen van IMI met major pathogenen versus IMI met minor en major pathogenen), de onderzoekseenheid (de koe of het kwartier), de methode van staalname (melkstalen van de voormelk versus mengmelkstalen van de vier kwartieren), de definitie van een IMI en de selectie van bacteriologisch negatieve koeien of kwartieren, de methode waarmee het SCC wordt bepaald en de statistische benadering (SCC versus \log_e getransformeerd SCC).

Welke methode ook wordt gebruikt, de testkarakteristieken (de gevoeligheid en de specificiteit) zijn nooit 100%. Daarenboven worden de populatiekarakteristieken (de positief en de negatief voorspellende waarde) beïnvloed door de prevalentie van IMI (hoge versus lage tankcelgetalbedrijven).

INLEIDING

Op melkveebedrijven is de uiergezondheid één van de belangrijke componenten in de diergeneeskundige bedrijfsbegeleiding. Mastitis is immers, samen met fertiliteitstoornissen en klauwproblemen, verantwoordelijk voor aanzienlijke financiële verliezen (Miller and Dorn, 1990). Om de verliezen door mastitis te beperken, werden bedrijfsbegeleidingsprogramma's opgestart om zowel klinische als subklinische mastitis aan te pakken. De screening van het somatisch celgetal (SCC) van de melk genoot de voorkeur om over de uiergezondheid op een melkveebedrijf te waken. Het SCC kan immers op een eenvoudige en goedkope manier bepaald worden en het wordt geassocieerd met melkproductie en melkkwa-

liteit (Deluyker, 1991). Het SCC van de tankmelk geeft daarbij een algemeen beeld van de uiergezondheid op een bedrijf, terwijl het koe- of kwartier SCC gebruikt wordt om subklinische mastitis op te sporen.

In dit overzicht worden de factoren die invloed hebben op het SCC van de melk benaderd; eveneens wordt de waarde van het SCC voor het opsporen van intramammaire infecties (IMI) besproken.

FACTOREN DIE INVLOED HEBBEN OP HET SCC

Zowel infectieuze als niet-infectieuze factoren werden beschreven als oorzaken van schommelingen in het SCC van de melk en dit zowel op kwartier- als op koe-niveau (Dohoo and Meek, 1982). Brolund

(1985) vond dat de bruikbaarheid van het SCC bij het opsporen van IMI verbeterd zou kunnen worden, indien rekening wordt gehouden met de schommelingen van het SCC veroorzaakt door de niet-infectieuze factoren. Schepers *et al.* (1997) konden echter geen noemenswaardige verbetering van de testeigenschappen (de sensitiviteit en de specificiteit) bekomen wanneer rekening gehouden werd met de pariteit en het lactatiestadium van de koe. In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van zowel de infectieuze als de niet-infectieuze factoren die schommelingen veroorzaken in SCC.

Infectieuze factoren

De infectiestatus van de uier kan beschouwd worden als de belangrijkste oorzaak voor schommelingen van het SCC en dit zowel op kwartier- (Schepers *et al.*, 1997) als op koeniveau (Wilson *et al.*, 1997). Bro-lound (1985) vond dat ongeveer 22,5% van de totale variatie van het SCC van voormelk te wijten was aan verschillen in infectiestatus.

Organismen die de uier infecteren, kunnen verdeeld worden in twee groepen: de major pathogenen en de minor pathogenen. De major pathogenen, zoals *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus* species (*S. agalactiae*, *S. dysgalactiae* en *S. uberis*) en coliformen, veroorzaken de grootste stijging van het SCC en zijn geassocieerd met aanzienlijke melkproductieverliezen (Berning and Shook, 1992; Schepers *et al.*, 1997). De minor pathogenen, zoals *Corynebacterium bovis* en coagulase negatieve staphylococci (CNS) veroorzaken over het algemeen een matige SCC-stijging (Berning and Shook, 1992; Laevens *et al.*, 1997a), een matige melkproductiedaling en zijn zelden geassocieerd met klinische mastitis. Major pathogenen daarentegen worden frequent geïsoleerd uit melkmonsters van klinisch geïnfecteerde kwartieren. Bij klinische mastitis treedt er een drastische verhoging op van het SCC dat geleidelijk afneemt over een periode van twee weken (Deluyker *et al.*, 1993). Tengevolge van de ontstekingsreactie bij klinische mastitiden veroorzaakt door coliformen, wordt de kiem in de meeste gevallen geëlimineerd. Het bacteriologisch herstel treedt echter vlugger en frequenter op bij *Escherichia coli* dan bij *Klebsiella pneumoniae*. Als de infectie daarentegen veroorzaakt wordt door *S. aureus* of streptococci, treedt minder frequent bacteriologisch herstel op. Dit heeft chronische subklinische infecties tot gevolg die gekenmerkt worden door een verhoging van het celgetal die aanhoudt zolang de

kiemen geïsoleerd kunnen worden. Deze subklinische infecties worden meer geïsoleerd bij oudere dieren en op het einde van de lactatie (Eberhart *et al.*, 1979).

Waar vroeger *S. aureus*, *S. agalactiae* en *S. dysgalactiae* de meest geïsoleerde mastitiskiemen waren, is dit tegenwoordig minder het geval op goed gerunde bedrijven die routinematig het tepeldippen na het melken toepassen, een goede melktechniek toepassen, de melkmachines goed onderhouden, IMI behandelen op het einde van de lactatie en nog andere maatregelen nemen ter bevordering van de hygiëne op het bedrijf en tijdens het melken (Bartlett *et al.*, 1992; Barkema *et al.*, 1998; Dargent-Molina *et al.*, 1988; Erskine *et al.*, 1987). Zulke bedrijven hebben eerder een laag tankcelgetal (Goodger *et al.*, 1993; Hutton *et al.*, 1991) en de voornaamste major pathogenen zijn eerder coliformen en *S. uberis* (Barkema *et al.* 1999b; Erskine *et al.*, 1987).

Naast de bovenvermelde major pathogenen kan een aanzienlijke toename van het SCC worden waargenomen bij subklinische mastitiden veroorzaakt door minder frequent voorkomende mastitiskiemen, zoals *Pseudomonas* spp., *Serratia* spp., Gram-negatieve bacillen, gisten, *Arcanobacterium pyogenes*, *Mycoplasma* spp., groep G streptococci, *Pasteurella* spp., *Proteus* spp., *Prototheca* spp., *Enterobacter* spp. en *Citrobacter* spp. (Wilson *et al.*, 1997).

Door de succesvolle toepassing van de mastitisbedrijfsbegeleiding voor major pathogenen is het relatief belang van CNS toegenomen (Smith and Hogan, 1995). Tegenwoordig zijn CNS en *C. bovis* de meest frequent aangetroffen mastitiskiemen in surveys over uiergezondheid. CNS bleken daarenboven de hoofdoorzaak te zijn van IMI bij vaarzen met de hoogste prevalentie bij de kalving (Oliver, 1987). De invloed van deze kiemen op het tankcelgetal kan niet langer worden genegeerd (Rainard *et al.*, 1990). Het SCC van koeien geïnfecteerd met CNS of *C. bovis* kan aanzienlijk variëren (Erskine *et al.*, 1987; Hogan *et al.*, 1987; Schepers *et al.*, 1997; Rainard *et al.*, 1990). De CNS worden echter in veel studies als één taxonomische groep beschouwd, terwijl een zestal CNS regelmatig geïsoleerd worden in de melk van koeien. Hogan *et al.* (1987) konden echter geen verschil aantonen in het SCC van *S. hyicus*, *S. epidermidis*, *S. hominis*, *S. xylosum* en *S. simulans*. Laevens *et al.* (1997a) daarentegen konden wel een verschil aantonen in het SCC bij koeien die geïnfecteerd waren met *S. chromogenes* en met *S. warneri* / *haemolyticus*.

Niet-infectieuze factoren

De pariteit, het lactatiestadium, de hoeveelheid geproduceerde melk, de melkfractie, het kwartier, het ras, de grootte van het bedrijf, stress, het seizoen of de maand, de geografische ligging, het huisvestingstype, de melkmachine, het management en de omgeving werden in het verleden geassocieerd met schommelingen in het SCC (Allore *et al.*, 1997; Berning and Shook, 1992; Dohoo and Morris, 1993; Hamann, 1992; Jaartsveld *et al.*, 1983; Rossel *et al.*, 1995; Salsberg *et al.*, 1984; Vecht *et al.* 1989). Bij nader onderzoek kunnen echter in de meeste gevallen de schommelingen van het SCC verklaard worden door het verschil in infectiestatus tussen de verschillende niveaus van iedere niet-infectieuze factor. Om het effect van iedere niet-infectieuze risicofactor op het SCC te onderzoeken, moet daarom gekeken worden in de groep bacteriologisch negatieve koeien. Hier stelt zich echter het volgende probleem: er bestaat geen internationale standaard voor de infectiestatus van de uier of het kwartier. Daarom kunnen de voorgestelde methoden om de infectiestatus te definiëren, variëren van studie tot studie. Daarenboven zijn de richtlijnen voor het definiëren van IMI en dus ook voor bacteriologisch negatieve kwartieren veranderd in de tijd. In een rapport van de International Dairy Federation (IDF) in 1967 werd een kwartier normaal beschouwd wanneer geen pathogene bacteriën geïsoleerd konden worden en wanneer het SCC lager was dan 500×10^3 cellen / ml. In een ander rapport van het IDF van 1987 besloten Griffin *et al.* dat wanneer de diagnose van een IMI die veroorzaakt werd door major pathogenen, gebaseerd was op een overeenkomstig resultaat van 2 opeenvolgende melkstalen of op 3 opeenvolgende melkstalen wanneer het bacteriologisch onderzoek van de eerste 2 melkstalen niet overeenstemde, de accurateheid 99% en de herhaalbaarheid meer dan 95% bedroegen. Bij het hanteren van deze definitie wordt een enkelvoudige isolatie van een major pathogeen als vals positief beschouwd. Hierbij komt nog dat er geen vergelijkbare studies bestaan voor minor pathogenen. Daarom is bovenstaande definitie voor major pathogenen overgenomen om de infectiestatus van kwartieren te bepalen waaruit minor pathogenen geïsoleerd werden. Alhoewel enkelvoudige isolaties van major of minor pathogenen van weinig belang zijn in uiergezondheidsprogramma's, werden ze in het verleden geassocieerd met een bescheiden verhoging van het SCC (Laevens *et al.*, 1997b).

De spreiding van het gemiddeld SCC bij bacteriologisch negatieve koeien varieert van 14 tot 327×10^3

cellen / ml (Andrews *et al.*, 1983; Brolund, 1985; Dohoo *et al.*, 1981; Eberhart *et al.*, 1979; Hogan *et al.*, 1988; Jaartsveld *et al.*, 1983; Laevens *et al.*, 1997b; Natzke *et al.*, 1972; Schepers *et al.*, 1997; Vecht *et al.*, 1989). Deze verschillen kunnen gedeeltelijk verklaard worden door de manier waarop bacteriologisch negatieve koeien of kwartieren geselecteerd werden, de methode van SCC bepaling en de statistische benadering die gebruikt werd.

Het effect van de pariteit en de invloed van het lactatiestadium op het SCC werden door verschillende auteurs onderzocht en aangetoond (Brolund, 1985; Eberhart *et al.*, 1979; Jaartsveld *et al.*, 1983; Ruffo *et al.*, 1978; Schepers *et al.*, 1997; Sheldrake *et al.*, 1983). In het door ons verricht onderzoek kon echter geen invloed aangetoond worden van de pariteit en het lactatiestadium op het SCC bij bacteriologisch negatieve koeien wanneer die koeien met een enkelvoudige isolatie niet opgenomen werden in de analyse (Laevens *et al.*, 1997b). Het SCC van bacteriologisch negatieve dieren volgens pariteit en lactatiestadium wordt weergegeven in Tabel 1.

Uit het voorgaande blijkt dat schommelingen van het SCC als gevolg van niet-infectieuze factoren, als die al bestaan, van minimaal belang zijn wanneer men deze vergelijkt met de schommelingen van het SCC veroorzaakt door infectieuze factoren.

HET GEBRUIK VAN HET SCC VOOR HET OPSPOREN VAN IMI

Diergeneeskundige bedrijfsbegeleidingprogramma's hebben hun gunstig effect op de uiergezondheid en de melkwaliteit reeds bewezen (Barnum *et al.*, 1985; Vagsholm *et al.*, 1988). Metingen van het tankcelgetal en van het SCC van de individuele koe zijn een belangrijk onderdeel van deze bedrijfsbegeleidingprogramma's om de uiergezondheid op respectievelijk bedrijfs- en koeniveau in te schatten. Bij een toenemend SCC stijgt immers de kans op het vinden van een IMI, stijgt de kans op het vinden van een IMI veroorzaakt door major pathogenen, stijgt de kans op het vinden van een chronische infectie, en wanneer het SCC bepaald wordt op koeniveau stijgt de kans op het vinden van meerdere kwartieren die geïnfecteerd zijn (Brolund, 1985).

Voor het opsporen van IMI werden een brede waaier van methoden en ook verschillende afkapwaarden getest met de bedoeling om de correcte classificatie van geïnfecteerde en niet-geïnfecteerde koeien of kwartieren te maximaliseren. De testkarakteristieken

Tabel 1. Gemiddeld SCC ($\times 10^3$ cells/ml) volgens pariteit en lactatiestadium bij koeien die bacteriologisch negatief bleven gedurende de geobserveerde lactatie (Laevens *et al.*, 1997b).

		Pariteit							
		1		2		3			
Lactatiestadium	n ¹	SCC		n	SCC		n	SCC	
(Dagen)		\bar{X}	95% CI ²		\bar{X}	95% CI		\bar{X}	95% CI
0-30	16	48.9	(14.0-171.5)	11	37.0	(10.1-134.8)	4	59.1	(15.6-224.3)
31-60	26	42.1	(11.5-153.5)	13	44.7	(11.8-169.5)	4	66.7	(17.6-252.9)
61-90	23	43.4	(11.7-161.3)	15	44.7	(11.3-176.3)	4	34.8	(9.2-132.0)
91-120	24	45.2	(11.9-171.2)	14	47.9	(12.9-178.3)	4	40.9	(10.8-154.9)
121-150	25	40.9	(10.4-161.1)	13	38.1	(10.0-144.4)	3	30.9	(8.5-112.6)
151-180	24	43.4	(11.4-164.5)	11	41.3	(11.3-150.4)	4	29.1	(7.7-110.3)
181-210	23	46.5	(12.5-173.0)	15	48.9	(12.4-192.9)	4	56.8	(15.0-215.5)
211-240	23	38.9	(10.5-144.5)	9	49.9	(13.7-181.9)	3	59.1	(15.6-224.3)
241-270	19	50.4	(14.1-180.2)	14	75.2	(20.2-279.5)	3	89.1	(24.4-324.9)
271-300	14	46.5	(12.5-173.0)	6	119	(34.0-417.5)	2	113.3	(31.7-405.0)

¹ Aantal waarnemingen

² 95% confidentie interval

en positief voorspellende waarde van 12 alternatieven die getest werden door Schepers *et al.* (1997), worden weergegeven in Tabel 2. Terwijl de eerste 8 alternatieven voornamelijk aangewezen zijn voor het opsporen van bestaande infecties en in mindere mate voor het opsporen van nieuwe infecties, hebben de laatste 4 alternatieven tot doel nieuwe infecties op te sporen. Andere methoden en afkapwaarden op basis van het SCC om koeien of kwartieren als geïnfecteerd of niet-geïnfecteerd te klasseren, werden voorgesteld door Andrews *et al.* (1983), Berning *et al.* (1992), Brolund (1985), Dohoo *et al.* (1981), Dohoo en Leslie (1991), Sender *et al.* (1987), Serieys (1985) en Vecht *et al.* (1989). Deze studies tonen aan dat de classificatie van koeien of kwartieren als geïnfecteerd of niet-geïnfecteerd alleen op basis van het SCC, resulteert in een aanzienlijk aantal onjuiste classificaties; dit als gevolg van vals positieve en vals negatieve testresultaten. Deze verkeerde classificaties zijn gedeeltelijk te verklaren door de normale variatie van het SCC bij bacteriologisch negatieve dieren en gedurende het verloop van een IMI. Een voorbeeld daarvan

werd beschreven door Daley *et al.* (1991). Zij beschreven dat tijdens een *S. aureus* infectie het SCC en het aantal kolonievormende eenheden een tegengesteld cyclisch verloop kenden. Daarmee wordt bedoeld dat het moeilijker is om *S. aureus* kiemen te isoleren uit melkmonsters waarvan het celgetal hoog is. Dit intermitterend uitscheidingspatroon van *S. aureus* werd ook aangetoond door Sears *et al.* (1990). Brolund (1985) beschreef het SCC als een continue variabele. Hij beschouwde afkapwaarden als een vereenvoudiging ("alles of niets" benadering) die echter wel noodzakelijk was voor het analyseren en interpreteren van het SCC. Indien echter de diagnose gesteld wordt op basis van een enkelvoudige meting van het SCC, gaat de variatie als gevolg van de duur en het dynamisch karakter van de infectie verloren. Daarom stelde hij voor om meerdere SCC gemeten in de tijd, te gebruiken voor interpretatie.

De keuze van de afkapwaarde zal afhangen van wat gedaan wordt met het resultaat van het bacteriologisch onderzoek. Het is dus zeker niet ondenkbaar om verschillende afkapwaarden te gebruiken afhankelijk

Tabel 2. Sensitiviteit, specificiteit en positief voorspellende waarde (PVW) van 12 verschillende methoden waarbij met behulp van het SCC geïnfecteerde koeien opgespoord worden (Schepers *et al.*, 1997).

Drempelwaarden	Sensitiviteit	Specificiteit	PVW
Vaste afkapwaarden			
1. 100,000 cellen / ml	83.2	80.5	11.5
2. 200,000 cellen / ml	74.5	89.6	17.9
3. 400,000 cellen / ml	60.8	95.0	26.9
Afkapwaarden van SCC curves*			
4. Eén monster, afkapwaarde op 1.00 x RMSE ¹	88.3	67.8	8.0
5. Eén monster, afkapwaarde op 1.64 x RMSE	80.8	81.1	11.5
6. Eén monster, afkapwaarde op 1.96 x RMSE	77.6	85.9	14.4
7. Twee opeenvolgende monsters, afkapwaarde op 1.64 x RMSE	79.6	78.6	10.9
8. Drie opeenvolgende monsters, afkapwaarde op 1.64 x RMSE	67.9	83.5	12.6
Afwijkingen			
9. Twee monsters, stijging van > 0.5 eenheid van het lnSCC	67.6	66.7	1.5
10. Twee monsters, stijging van > 1.0 eenheid van het lnSCC	55.4	82.4	2.3
11. Twee monsters, eerste monster < 200,000 cellen / ml, tweede monster > 250,000 cellen / ml	39.6	95.7	6.4
12. Drie monsters, eerste monster < 200,000 cellen / ml, derde monster > 250,000 cellen / ml	40.7	94.2	9.7

* Afkapwaarden gebaseerd op distributie die opgesteld werden per lactatie; ¹ Root mean square error.

van het tankcelgetal op een bedrijf (McDermott *et al.*, 1982). De reden voor deze benadering is dat de kans op het vinden van een positief bacteriologisch onderzoek bij koeien die geselecteerd werden op basis van een hoog SCC (positief voorspellende waarde) niet enkel afhankelijk is van de sensitiviteit en de specificiteit van de test, maar ook toeneemt met een toenemende prevalentie van IMI op het bedrijf. Met andere woorden, op bedrijven met een tankcelgetal van 100×10^3 cellen / ml zal de melkveehouder minder geneigd zijn om koeien met een hoog SCC bacteriologisch te laten onderzoeken dan op een bedrijf met een tankcelgetal van 400×10^3 cellen / ml. Wanneer één afkapwaarde gebruikt wordt op alle bedrijven, zal de positief voorspellende waarde dalen met het lager worden van het tankcelgetal (lagere prevalentie van IMI). Wanneer men melkveehouders wil motiveren om koeien met een hoog SCC bacteriologisch te laten onderzoeken, is het belangrijk om de specificiteit te

maximaliseren op een laag tankcelgetalbedrijf (afkapwaarde verhogen). Anderzijds, zijn melkveehouders van hoge tankcelgetalbedrijven (hoge prevalentie van IMI) en bij het frequent voorkomen van contagieuze major pathogenen, bereid om dieren met een hoog SCC bacteriologisch te laten onderzoeken op voorwaarde dat het onderzoek een daling van het tankcelgetal tot gevolg heeft en het een melkleveringsverbod voorkomt. Daarom is het op een hoog tankcelgetalbedrijf belangrijk om de sensitiviteit van de test te verhogen door de afkapwaarde te verlagen. In het ergste geval kunnen alle koeien bemonsterd worden (afkapwaarde gelijk aan 0).

Naast het gebruik van het SCC voor het opsporen van IMI tijdens de lactatie werd de bruikbaarheid van het SCC ook onderzocht om de infectiestatus postpartum te bepalen. Voor multipare koeien kon het laatste SCC van de vorige lactatie niet gebruikt worden om de infectiestatus postpartum te schatten (Kirk *et al.*,

1996). Dohoo (1993) rapporteerde dat het SCC hoog is na het afkalven en daarom niet kan gebruikt worden om de infectiestatus te bepalen. Barkema *et al.* (1999a) toonden echter aan dat de California Mastitis Test (CMT) zeer vroeg postpartum gebruikt kan worden om geïnfecteerde kwartieren te selecteren voor bacteriologisch onderzoek.

Het is duidelijk dat het SCC gebruikt moet worden als screeningmethode voor het selecteren van mogelijk geïnfecteerde koeien. Die koeien moeten dan bacteriologisch onderzocht worden (confirmatietest). Het behandelen of opruimen van koeien op basis van een verhoogd SCC zonder dat daarbij de koeien bacteriologisch onderzocht worden, moet worden afgeraden (Timms en Schultz, 1984).

CONCLUSIE

De variatie van het SCC van de melk wordt voornamelijk veroorzaakt door de aanwezigheid van zowel major als minor pathogenen in de uier. Daarbij is de stijging van het SCC meer uitgesproken bij major pathogenen dan bij minor pathogenen. De schommelingen van het SCC als gevolg van niet-infectieuze factoren, als die al bestaan, zijn van minimaal belang wanneer men dit vergelijkt met de schommelingen van het SCC veroorzaakt door infectieuze factoren.

Doordat het SCC van de melk voornamelijk beïnvloed wordt door de infectiestatus van de uier, wordt SCC wereldwijd gebruikt als screeningstest om de infectiestatus van de uier te schatten. Omdat de positief voorspellende waarde van de test geen 100% bedraagt, is bacteriologisch onderzoek van de melk noodzakelijk om een verantwoord advies te kunnen formuleren in verband met de verdere behandeling. Om de positief voorspellende waarde van de test te maximaliseren, kunnen daarenboven verschillende afkapwaarden van het celgetal gehanteerd worden, afhankelijk van het aantal geïnfecteerde koeien op een bedrijf.

REFERENTIES

- Allore H. G., Oltenacu P. A. en Erb H. N. (1997) Effect of season, herd size, and geographic region on the composition and quality of milk in the Northeast. *Journal of Dairy Science* 80, 3040-3049.
- Andrews R. J., Kitchen B. J., Kwee W. S. en Duncalfe F. (1983) Relationship between individual cow somatic cell counts and the mastitis infection status of the udder. *Australian Journal of Dairy Technology* 38, 71-74.
- Barnum D. A., Meek A. H., Stiles R. en Quehl S. (1985) The use of cow monthly somatic cell counts in mastitis control. *Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte* 37, 309-313.
- Barkema H. W., Schukken Y. H., Lam T. J. G. M., Beiboer M. L., Benedictus G. en Brand A. (1998) Management practices associated with low, middle, and high bulk milk somatic cell count. *Journal of Dairy Science* 81, 1917-1927.
- Barkema H. W., Deluyker H. A., Schukken Y. H. en Lam T. J. G. M. (1999a) Quarter milk somatic cell count at calving and the first six milkings after calving. *Preventive Veterinary Medicine* 38, 1-9.
- Barkema H. W., Schukken Y. H., Lam T. J. G. M., Beiboer M. L., Benedictus G., en Brand A. (1999b). Management practices associated with the incidence rate of clinical mastitis. *Journal of Dairy Science* 82, 1643-1654.
- Bartlett P. C., Miller G. Y., Lance S. E., Hancock D. D., en Heider L. E. (1992) Managerial risk factors of intramammary infections with *Streptococcus agalactiae* in dairy herds in Ohio. *American Journal of Veterinary Research* 53, 1715-1721.
- Berning L. M. en Shook G. E. (1992) Prediction of Mastitis using milk somatic cell count, N-Acetyl-beta-D-glucosaminidase, and lactose. *Journal of Dairy Science* 75, 1840-1848.
- Brolund L. (1985) Cell counts in bovine milk: causes of variation and applicability for diagnosis of subclinical mastitis. *Acta Veterinaria Scandinavica* 80, Suppl. 1-123.
- Dargent-Molina P., Scarlett J., Pollock R. V. H., Erb H. N. en Sears P. (1988) Herd-level risk factors for *Staphylococcus aureus* and *Streptococcus agalactiae* intramammary infections. *Preventive Veterinary Medicine* 6, 127-142.
- Daley M. J., Oldham E. R., Williams T. W. en Coyle P. A. (1991) Quantitative and qualitative properties of host polymorphonuclear cells during experimentally induced *S. aureus* mastitis in cows. *American Journal of Veterinary Research* 52, 474-479.
- Deluyker H. A. (1991) Milk yield fluctuations associated with mastitis. *Flemish Veterinary Journal* 62, 207-216.
- Deluyker H. A., Gay J. M. en Weaver L. D. (1993) Interrelationships of somatic cell count, mastitis, and milk yield in a low somatic cell count herd. *Journal of Dairy Science* 76, 3445-3452.
- Dohoo I. R. (1993) An evaluation of the validity of individual cow somatic cell counts from cows in early lactation. *Preventive Veterinary Medicine* 16, 103-110.
- Dohoo I. R. en Leslie K. E. (1991) Evaluation of changes in somatic cell counts as indicators of new intramammary infections. *Preventive Veterinary Medicine* 10, 225-237.
- Dohoo I. R. en Meek A. H. (1982) Somatic cell count in bovine milk. *Canadian Veterinary Journal* 23, 119-125.
- Dohoo I. R., Meek A. H., Martin S. W. en Barnum D. A. (1981) Use of total and differential somatic cell counts from composite milk samples to detect mastitis in individual cows. *Canadian Journal of Comparative Medicine* 45, 8-14.

- Dohoo I. R. en Morris R. S. (1993) Somatic cell count patterns in Prince Edward Island dairy herds. *Preventive Veterinary Medicine* 15, 53-65.
- Eberhart R. J., Gilmore H. C., Hutchinson L. J. en Spencer S. B. (1979) Somatic cell counts in DHI samples. In the Proceedings of the 18th Annual Meeting of the National Mastitis Council, Louisville, Kentucky, U.S.A. National Mastitis Council Inc., Arlington, VA, 32-40.
- Erskine R. J., Eberhart R. J., Hutchinson L. J. en Spencer S. B. (1987) Herd management and prevalence of mastitis in dairy herds with high and low SCCs. *Journal of the American Veterinary Medicine Association* 190, 1411-1416.
- Goodger W. J., Farver T., Pelletier J., Johnson P., De Snyer G. en Galland J. (1993) The association of milking management practices with bulk tank somatic cell count. *Preventive Veterinary Medicine* 15, 235-251.
- Griffin T. K., Morant S. V. en Dodd F. H. (1987) Diagnosing infectious subclinical mastitis in surveys or large scale experiments. The analysis and interpretation of the results of an international trial organized by the IDF Mastitis Expert Group (A2). International Dairy Federation Bulletin No. 211. International Dairy Federation, Brussels, Belgium, 9-24.
- Hamann J. (1992) Zum Einfluss van Stresssituationen auf die Anzahl somatischer Zellen der Milch. *Collegium Veterinarium XXIII*, 38-41.
- Hogan J. S., White D. G. en Pankey J. W. (1987) Effect of teat dipping on intramammary infections by staphylococci other than *Staphylococcus aureus*. *Journal of Dairy Science* 70, 873-879.
- Hogan J. S., Smith K. L., Todhunter D. A. en Schoenberger P. S. (1988) Rate of environmental mastitis in quarters infected with *Corynebacterium bovis* and *Staphylococcus* species. *Journal of Dairy Science* 71, 2520-2525.
- Hutton C. T., Fox L. K. en Hancock D. D. D. (1991) Risk factors associated with herd-group milk somatic count and prevalence of coagulase-positive staphylococcal intramammary infections. *Preventive Veterinary Medicine* 11, 25-35.
- International Dairy Federation. 1967. Definition of mastitis. In: Annual Bulletin of the International Dairy Federation. Part III. International Dairy Federation, Brussels, Belgium, 1-31.
- Jaartsveld F. H. J., van Puffelen E., Oskam J., Tielen M. J. M., Verstegen M. W. A. en Albers G. A. A. (1983) Somatic cell counts in milk of dairy cows in relation to stage of lactation, age, production level and presence of pathogens. *Netherlands Milk and Dairy Journal* 37, 79-90.
- Kirk J. H., Berry S. L., Reynolds J. P., Maas J. P. en Ahmadi A. (1996) Sensitivity and specificity analysis for somatic cell count (SCC) used to predict bacteriologically positive subclinical mastitis at calving in a dairy herd with low SCC. *Journal of the American Veterinary Medicine Association* 208, 1054-1057.
- Laevens H., Deluyker H., Devriese L. A., en de Kruif A. (1997a). The influence of intramammary infections with *Staphylococcus chromogenes* and *Staphylococcus warneri* or *haemolyticus* on the somatic cell count in dairy cows. *Journal published by Association pour l'étude de l'épidémiologie des maladies animales* 31-32, 12.21 1-3.
- Laevens H., Deluyker H., Schukken Y. H., De Meulemeester L., Vandermeersch R., de Muelenaere E. en de Kruif A. (1997b) Influence of parity and stage of lactation on the somatic cell count in bacteriologically negative dairy cows. *Journal of Dairy Science* 80, 3219-3226.
- McDermott M. P., Erb H. N. en Natzke R. P. (1982) Predictability by somatic cell counts related to prevalence of intramammary infection within herd. *Journal of Dairy Science* 65, 1535-1539.
- Miller G. Y. en Dorn C. R. (1990) Costs of dairy cattle diseases to producers in Ohio. *Preventive Veterinary Medicine* 8, 171-182.
- Natzke R. P., Everett R. W. en Postle D. S. (1972) Normal milk somatic cell counts. *Journal of Milk and Food Technology* 35, 261-263.
- Oliver S. P. (1987) Intramammary infections in heifers at parturition and during early lactation in a herd with a high prevalence of environmental mastitis. *Tennessee Farm and Home Science* 143, 18-22.
- Rainard P., Ducelliez M. en Poutrel B. (1990) The contribution of mammary infections by coagulase-negative staphylococci to the herd bulk milk SCC. *Veterinary Research Communication* 14, 193-198.
- Rossel B., Laevens H., Ysebaert M.-T., Vandermeersch R., De Meulemeester L., Deluyker H., de Kruif A. en Debruyckere M. (1995) The influence of milking machine and housing variables on subclinical intramammary infections. In: the proceedings of the 3rd International Mastitis Seminar, Tel Aviv, Israel, May 28 - June 1. Eds. Saran A. en Soback S. session 7, pp. 45-46.
- Ruffo G., Sangiorgi F., Möller F. en Gavazzi L. (1978) The influence of the animal's age and the period of lactation on the cell count of milk. *Archivo Veterinario Italiano* 29, 241-246.
- Salsberg E., Meek A. H., Martin S. W. (1984) Somatic cell counts: Associated factors and relationship to production. *Canadian Journal of Comparative Medicine* 48, 251-257.
- Schepers A. J., Lam T. J. G. M., Schukken Y. H., Wilmink J. B. M. en Hanekamp W. J. A. (1997) Estimation of variance components in somatic cell count to determine threshold for uninfected quarters. *Journal of Dairy Science* 80, 1833-1840.
- Sears P. M., Smith B. S., English P. B., Herer P. S. en Gonzalez R. N. (1990) Shedding pattern of *S. aureus* from bovine intramammary infections. *Journal of Dairy Science* 73, 2785-2789.
- Sender G., Glabowna M., Lukaszewics M. en Bassalik-Chabielska L. (1987) Environmental variability and threshold value of SCC milk. *Milchwissenschaft* 42, 17-19.
- Serieys F. (1985) Interprétation des concentration cellulaires du lait individuel de vache pour le diagnostic de l'état d'infection mammaire. *Annales Recherches Vétérinaires* 16, 263-269.
- Sheldrake R. F., Hoare R. J. T. en McGregor G. D. (1983) Lactation stage, parity, and infection affecting somatic

- cells, electrical conductivity, and serum albumin in milk. *Journal of Dairy Science* 66, 542-547.
- Smith K. L. en Hogan J. S. (1995) The importance of coagulase-negative staphylococci. Newsletter of the International Dairy Federation 142, 26-29.
- Timms L. L. en Schultz L. H. (1984) Mastitis therapy for cows with elevated somatic cell counts or clinical mastitis. *Journal of Dairy Science* 67, 367-371.
- Vagsholm I., Carpenter T. E. en Jasper D. E. (1988) Impact of a mastitis control program in Valdres, Norway, during 1982-1985. *Preventive Veterinary Medicine* 6, 223-234.
- Vecht U., Wisselink H. J. en Defize P. R. (1989) Dutch national mastitis survey. The effect of herd and animal factors on SCC. *Netherlands Milk Dairy Journal* 43, 425-435.
- Wilson D. J., Gonzalez R. N. en Das H. H. (1997) Bovine mastitis pathogens in New York and Pennsylvania: Prevalence and effects on somatic cell count and milk production. *Journal of Dairy Science* 80, 2592-2598.

Uit het verleden

HET MELKEN

Het melken moet tot op zekere hoogte een nabootsing zijn van het zuigen door het jonge dier, waarvoor de melk bestemd is. Wie melkt, kan meestal aan de houding en het gedrag der gemolken koe zien, of hij goed melkt. Als de koe goed gemolken wordt, vindt zij de melkende beweging aangenaam – zij geniet, om met den dichter te spreken, iets van moederweelde – maar het slecht gemolken worden is voor haar een kwelling. Een goed melker of melkster melkt “met gevoel”; hij of zij behandelt daarbij de koe in overeenstemming met haar geardheid. Wie als een machine melkt, krijgt niet de meeste melk, onderhoudt de melkproductie niet voldoende en kwelt dikwijls de koe. Daarom zullen melkmachines, zoals er al veel verschenen en verdwenen zijn, nooit een goeden melker en een goede melkster kunnen evenaren.

Uit: **“Melk en Melkproducten. Volledig leerboek der zuivelbereiding”**

Door A.A. ter Haar.

Tweede, geheel omgewerkte druk,
Groningen, 1905.