

Boviene sarcosporidiosis of eosinofiele myositis?

¹L. Vangeel, ³K. Houf, ²P. Geldhof, ¹R. Ducatelle, ²J. Vercruyse, ¹K. Chiers

¹ Laboratorium voor Pathologie van de Huisdieren, Vakgroep Pathologie, Bacteriologie en Pluimveeziekten

² Laboratorium voor Parasitologie, Vakgroep Virologie, Parasitologie en Immunologie

³ Vakgroep Veterinaire Volksgezondheid en Voedselveiligheid
Faculteit Diergeneeskunde, Salisburylaan 133, B-9820 Merelbeke

Koen.Chiers@UGent.be

SAMENVATTING

Tijdens de post-mortemkeuring en het versnijden van een rund worden grijsgroene ovale spierletsels vaak als sarcosporidiosis bestempeld, terwijl de morfologische diagnose bovine eosinofiele myositis is. Deze verwarring in terminologie kan niet alleen financiële implicaties hebben, maar leidt ook tot het invoeren van incorrecte gegevens in Europese databanken. Dit artikel vat de huidige kennis samen omtrent *Sarcocystis* en bovine eosinofiele myositis bij het rund, als pleidooi voor een correct gebruik van de terminologie.

ABSTRACT

Sarcosporidiosis is a misused term in meat inspection to name multifocal grey-green lesions observed in muscles of cattle. Instead the correct morphological diagnosis is bovine eosinophilic myositis. The confusion in terminology can not only lead to problems in insurance cases, it also results in incorrect European data reports. This article summarizes the current knowledge of *Sarcocystis* and bovine eosinophilic myositis in cattle, as a plea for the correct use of terminology.

SARCOCYSTIS

Sarcocysten werden voor het eerst ontdekt in 1843 in spieren van muizen door Miescher en werden dan ook "Miescher's Tubules" genoemd. In 1882 werd door Lankester de genusnaam *Sarcocystis* (*sarx* = vlees en *kystis* = blaasje) geïntroduceerd en werden verschillende species beschreven op basis van hun gastheer (Dubey et al., 1989). Het duurde evenwel tot in 1972 vooraleer de heteroxene (tweegastheren)levenscyclus kon worden opgehelderd (Rommel en Heydorn, 1972). Heydorn et al. (1975) toonden aan dat het rund fungeert als tussengastheer van drie verschillende species, met respectievelijk de hond (*S. cruzi*), kat (*S. hirsuta*) en mens (*S. hominis*) als eindgastheer. Recente studies laten evenwel vermoeden dat er nog andere niet-geïdentificeerde species kunnen voorkomen bij het rund (Domenis et al., 2011; Vangeel et al., 2013).

Sarcocystis zijn protozoa behorende tot de familie van de Apicomplexa en zijn nauw verwant aan *Besnoitia*, *Cystoisospora*, *Frenkelia*, *Hammondia*, *Neospora* en *Toxoplasma* (Levine, 1986). Ze komen bij zeer veel verschillende diersoorten voor. Zoals hierboven vermeld, bezitten ze een obligate tweegastherenlevenscyclus, waarbij de aseksuele stadia als

weefselcysten in de spieren zitten van de tussengastheer, in dit geval het rund. De seksuele vermeerdering met vorming en uitscheiding van sporocysten in de feces vindt plaats bij de hond, kat of de mens (Heydorn et al., 1975; Dubey, 1976; Dubey, 1983). De prevalentie van *Sarcocystis* bij de eindgastheer is vermoedelijk vrij laag terwijl dit bij het rund zeer hoog is en waarschijnlijk bijna 100% bedraagt. Vooral de prevalentie van *S. hominis* ligt zeer hoog. In een recent onderzoek, waarbij 67 rundergehaktstalen uit 25 winkels onderzocht werden, werden 61 gehaktstalen positief bevonden (Vangeel et al., 2007).

De eindgastheer wordt geïnfecteerd door opname van rauw of onvoldoende verhit vlees met mature weefselcysten. Door vertering van de cystewand in het maagdarmsstelsel komen de bradyzoïeten vrij die zich verder ontwikkelen tot seksuele stadia (micro- en macrogamonten, zygote en gesporuleerde oöcysten) in de darmwand. De sporocysten worden in de omgeving vrijgesteld en zijn direct infectieus. Deze worden door het rund (tussengastheer) opgenomen via fecaal verontreinigd water of voeder. In de dunne darm laten ze hun sporozoïeten vrij die migreren tot in de bloedvaten waar ze twee generaties schizonten vormen. Na de derde schizogenie invaderen de merozoïeten dwarsgestreepte spiervezels en vormen zich om

tot metrocyten. Hierrond ontwikkelt zich een cystewand en dat is de reden waarom men spreekt over sarcocysten. Naargelang hun leeftijd kunnen sarcocysten multipele bradyzoëten bevatten.

Bij de hond en kat wordt geen symptomatologie waargenomen bij infectie. Bij de mens daarentegen zijn de symptomen afhankelijk van het aantal opgenomen sarcocysten. In de meeste gevallen is de opname relatief laag en verloopt een infectie asymptomatisch. Bij inname van hoge aantallen kunnen voorbijgaande niet-specifieke, gastro-intestinale klachten optreden, zoals misselijkheid, maagpijn, buikpijn en diarree (Pena et al., 2001; Fayer, 2004). Deze ontstaan meestal binnen de drie tot zes uur na infectie en kunnen 36 uur aanslepen.

De symptomatologie bij het rund is niet alleen afhankelijk van het aantal opgenomen sporocysten maar ook van de species. Zo is *S. cruzi* de meest pathogene species en worden *S. hominis* en *S. hirsuta* eerder als mild pathogeen beschouwd en verloopt een infectie met deze laatste twee eerder mild tot asymptomatisch. Bij een infectie met hoge aantallen *S. cruzi* kan er in de acute fase (drie tot vier weken) koorts, anorexie, anemie, abortus, verlaagde melkgifte, speeksel, zenuwsymptomen en zelfs sterfte waargenomen worden ("Dalmeny disease") (Dubey and Lindsay, 2006). Een infectie met lage aantallen *S. cruzi* verloopt in de regel zeer mild tot asymptomatisch, maar kan ook aanleiding geven tot chronische sarcocystosis. Dit kan resulteren in een gedaalde melkgifte, een lager lichaamsgewicht en mindere vleeskwaliteit (Frelief, 1977; Fayer en Dubey, 1986; Fayer and Elssasser, 1991; Dauschies et al., 2000).

Sarcosporidiosis (het asymptomatisch voorkomen van sarcocysten in spiervezels) is macroscopisch niet waarneembaar, enerzijds door de geringe grootte van de cysten (meestal <0,5 mm) en anderzijds doordat ze geen inflammatoire reactie uitlokken (Dubey et al., 1989; Vangeel, 2012). Een uitzondering is evenwel *S. hirsuta* die soms macroscopisch zichtbaar kan zijn in het vlees als zeer kleine, witte, ovaalvormige structuren (Dubey et al., 1990). Daarnaast worden sarcocysten geassocieerd met bovine eosinofiele myositis, een eerder zeldzame aandoening.

BOVIENE EOSINOFIELE MYOSITIS

Boviene eosinofiele myositis (BEM) is een subklinische myopathie hoofdzakelijk gekarakteriseerd door multifocale spierdegeneratie en influx van eosinofiele granulocyten. Het is niet mogelijk om te voorspellen welke runderen na het slachten wel BEM letsels vertonen en welke niet, omdat BEM niet gepaard gaat met klinische symptomen. De letsels kunnen voorkomen bij runderen van 15 maanden tot acht jaar oud. De oorzaak is nog niet bekend, doch in verschillende gevallen kan men sarcocysten of restanten ervan centraal in het letsel vinden (Jensen et al., 1986;



Figuur 1. Rundvlees met een focaal letsel van eosinofiele myositis. Bar 1 cm.

Gajadhar et al., 1987; Gajadhar en Marquardt, 1992; Vangeel et al., 2013). Alle species en zelfs nieuwe species kunnen in deze letsels worden waargenomen. *Sarcocystis hominis* is echter duidelijk oververtegenwoordigd (Vangeel et al., 2013). Dit heeft mogelijk eerder te maken met de hoge prevalentie van deze species bij Belgische runderen, dan met een species-specifieke eigenschap. Recente gegevens omtrent de prevalentie van BEM ontbreken. In 1972 werd dit geschat op 0,003% (Van Hoof et al., 1972).

De reden voor de discrepantie tussen de hoge prevalentie van *Sarcocystis* en de lage prevalentie van BEM is echter niet duidelijk. Een mogelijke diergebonden, predisponerende factor is de bespiering. Enerzijds zijn de spieren die intensief worden gebruikt, zoals de tong, het diafragma, de slokdarm, de m. masseter en het hart, het vaakst aangetast. Anderzijds worden de letsels vooral waargenomen bij vleesrassen (Hamilton en McCance, 1968; Oghiso en Fujiwara, 1978; Saito et al., 1993; Wouda et al., 2006). Evenwel kunnen de letsels worden waargenomen in alle dwarsgestreepte spieren en kunnen ze ook ontstaan bij melkkoeien (Reiten et al., 1966; Imes en Migaki, 1967; Oghiso et al., 1977). Bovendien kan men binnen dezelfde spiergroep sarcocysten vinden in zowel intacte spiervezels (zonder inflammatie) als in BEM-letsels (Vangeel et al., 2013). Daarom is bespiering hoogstwaarschijnlijk niet de enige factor en spelen intrinsieke eigenschappen van de parasiet, bedrijfs- en omgevingsfactoren ook een mogelijke rol in de ontwikkeling van BEM (Vangeel, 2012).

In tegenstelling tot de sarcocysten zelf, die macroscopisch niet zichtbaar zijn, kunnen BEM-letsels wel waarneembaar zijn bij de post-mortemkeuring, maar in veel gevallen worden ze pas opgemerkt bij het versnijden. Het zijn grijsgroene, multifocale verkleuringen in de spieren die bij blootstelling aan lucht eerder grijs verkleuren. Het gaat meestal om goed afgelijnde ronde tot ovale letsels van één tot drie mm groot (Figuur 1). In andere gevallen is er sprake van diffuse,



Figuur 2. Rundvlees met een diffuus letsel van eosinofiele myositis. Bar 1 cm.

groene verkleuringen van enkele centimeter lang (Figuur 2). Daarnaast kunnen ook lymfeknopen groen verkleuren door de infiltratie van eosinofielen (Imes and Migaki, 1967; Bundza and Feltmate, 1989).

Histologisch wordt BEM gekenmerkt door de infiltratie van hoofdzakelijk eosinofielen en de fragmentatie van myocyten (Vangeel et al., 2012). De organisatie van de inflammatie kan verschillen, vermoedelijk afhankelijk van de ouderdom van het letsel (Figuur 3A-C). Eerst kan een focale, scherp afgeijnde organisatie van het ontstekingsinfiltraat worden waargenomen. Andere types van letsels bezitten een eerder diffuus infiltraat tussen de spiervezels, al dan niet geassocieerd met fibrose. Tenslotte kan er ook een granulomateuze organisatie ontstaan, centraal bestaande uit necrotische eosinofielen en gedegenererde spiervezels omgeven door een band van epitheloïde macrofagen, meerkernige reuzencellen en lymfocyten. Bij ongeveer één op vier BEM-gevallen kunnen sarcocysten, die bovendien allemaal beschadigd zijn, in het letsel worden gevonden (Vangeel et al., 2012). Er zijn duidelijke indicaties dat sarcocysten de influx van eosinofiele granulocyten in weefsel kunnen triggeren (Vangeel et al., 2012). BEM ontstaat dus waarschijn-

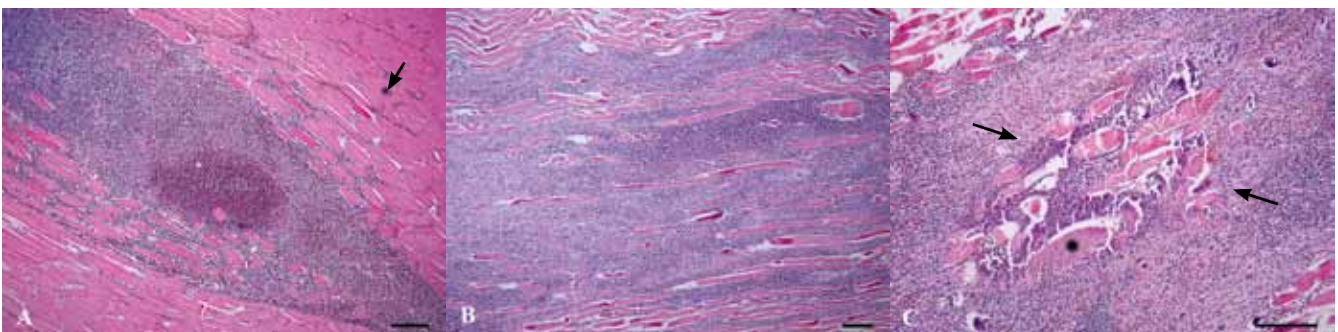
lijk omdat fragmenten van sarcocysten vrijkomen uit de spiercel of gepresenteerd worden aan het immuunsysteem door de spiercel. De reden waarom dit gebeurt is onduidelijk. Feit is wel dat spiercellen in de omgeving van een BEM-haard antigen presenterende eigenschappen vertonen (MHCII-positief) (Vangeel et al., 2012).

VERWARRING IN TERMINOLOGIE

Sarcosporidiosis, sarcocystosis en boviene eosinofiele myositis worden vaak als synoniem gebruikt, hoewel dit niet correct is. Onder sarcosporidiosis moet men de aanwezigheid van *Sarcocystis*-species in spiervezels bij de tussengastheer verstaan, waarbij er geen ontstekingsreactie waarneembaar is. In sommige gevallen zijn deze macroscopisch zichtbaar in het vlees. Voorbeelden hiervan zijn *Sarcocystis gigantea* bij schapen, *Sarcocystis aucheniae* bij lama's en *Sarcocystis rileyi* bij eenden. Bij gedomesticeerde runderen zijn de sarcocysten echter te klein en dus niet macroscopisch waarneembaar, met uitzondering van *S. hirsuta*. De prevalentie van deze laatste blijkt evenwel zeer laag te zijn (1,5% van de runderen (n = 63)) (Vangeel et al., 2007). Bijgevolg is de diagnose van sarcosporidiosis bij de keuring van runderen na het slachten zeer zeldzaam. Desalniettemin wordt sarcosporidiosis relatief vaak gediagnosticeerd. De reden hiervoor is dat de letsels van boviene eosinofiele myositis in veel gevallen wel macroscopisch waarneembaar zijn (bij keuring of bij het versnijden) en deze door de keurders als sarcosporidiosis worden bestempeld. Het vermoeden dat sarcocysten de oorzaak zijn van BEM is hoogstwaarschijnlijk de reden voor deze verwarring. In elk geval dienen karkassen met afwijkend uitzicht van het vlees afgekeurd te worden (richtlijn 854/2004/EC).

De verwarring in benaming heeft relatief weinig gevolgen voor de volksgezondheid. Evenwel zijn de data die doorgestuurd worden voor publicatie in Europese rapporten (The Community Report of EFSA on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents,

Figuur 3. Histologische letsels van eosinofiele myositis. A. Focale eosinofiele ontstekingshaard. Bemerkt de aanwezigheid van een intacte sarcocyst (pijl) naast het letsel. B. Diffuse eosinofiele inflammatie tussen spiervezels. C. Eosinofiel granuloom met een intraliesonale gedegenererde sarcocyst (sterretje). De centrale necrose is afgeijnd met epitheloïde macrofagen (pijlen). Bar 200 µm.



Antimicrobial Resistance and Foodborne Outbreaks in the European Union) niet correct. Men krijgt op deze manier de indruk dat de prevalentie van sarcosporidiosis vrij laag is (cf. gebaseerd op afkeuring van karkassen wegens BEM), terwijl deze in werkelijkheid nagenoeg 100% is. Daarbij komt de zoönotische species *S. hominis* het vaakst voor. Correcte communicatie hieromtrent zou dan ook aanleiding kunnen geven tot adequatere adviezen.

Daarnaast zorgt de verwarring in benaming ook voor problemen bij de verzekering van runderen. De dieren worden vaak verzekerd voor het afkeuren ten gevolge van sarcosporidiosis en niet ten gevolge van BEM. Om confirmatie te verkrijgen van de waargenomen afwijking wordt histologisch onderzoek aangevraagd, waarbij de correcte diagnose van boviene eosinofiele myositis wordt gesteld. Dit leidt bijgevolg tot discussies tussen de verschillende partijen. Tegenwoordig zijn er echter ook verzekeringsmaatschappijen die in hun clausule naast sarcosporidiosis ook boviene eosinofiele myositis opnemen (persoonlijke mededeling).

BELANG VAN MONITORING VAN SARCOCYSTEN

Vanuit het standpunt van de volksgezondheid wordt *Sarcocystis* opgenomen in lijst B (andere zoonosen) van de richtlijn 2003/99/EC. Dit betekent dat een lidstaat dit dient te monitoren afhankelijk van de epidemiologische situatie. Gezien de prevalentie van *S. hominis* in rundvlees nagenoeg 100% bedraagt, dringt een risicoanalyse zich op. Evenwel zijn er volgens de auteurs van dit artikel geen betrouwbare gegevens beschikbaar met betrekking tot de relevantie van *Sarcocystis* voor de volksgezondheid, aangezien een diagnose bij mensen niet routinematig wordt gesteld. Dit kan te maken hebben met de vaststelling dat een infectie met *S. hominis* bijna steeds onopgemerkt voorbij gaat of enkel milde specifieke klachten induceert (Fayer, 2004). Een infectie met *S. suihominis* (mens-varkenscyclus) daarentegen resulteert vaak in ergere symptomen (Djurkovic-Djakovic et al., 2013). Ook deze species dient men op te volgen. Volgens de auteurs is *S. suihominis* in de Belgische varkensstapel niet aanwezig en vormt deze dus weinig risico voor de volksgezondheid.

Vanuit economisch standpunt kunnen de import en export van rundvlees in het gedrang komen wanneer het vlees geïnfecteerd is met *S. hominis*. Moré et al. beschreven in 2011 de afwijzing van rundvlees besmet met sarcocysten afkomstig uit Brazilië en Argentinië. Ook vlees vanuit Honduras werd om dezelfde reden geweigerd door de Verenigde Staten (Vangeel, 2012). Alhoewel de Verenigde Staten evenmin vrij zijn van sarcocysten, werd het vlees geweigerd omwille van het mogelijke risico voor de volksgezondheid. Dergelijk embargo wordt mogelijk

gemaakt door de World Trade Organization. Gezien de hoge prevalentie van *S. hominis* in Belgisch rundvlees zou dit een mogelijk precedent kunnen zijn.

CONCLUSIE

Aangezien sarcosporidiosis en boviene eosinofiele myositis twee termen zijn die twee verschillende entiteiten voorstellen, is het aangewezen om de terminologie correct te gebruiken. Sarcosporidiosis wordt gebruikt in het kader van de volksgezondheid, waarbij men een besmetting van vlees met (zoönotische) sarcocysten bedoelt. De prevalentie van sarcosporidiosis (en vooral van *S. hominis*) is bijzonder hoog en vermoedelijk zijn alle Belgische runderen besmet. Boviene eosinofiele myositis dient gebruikt te worden bij de vleeskeuring om multipale letsels in rundvlees te omschrijven met een groene, diffuse tot focale verkleuring. Alhoewel de oorzaak tot op heden onduidelijk is, wordt dit geassocieerd met (verschillende species) sarcocysten. In tegenstelling tot de prevalentie van sarcocysten, is de prevalentie van boviene eosinofiele myositis bij runderen zeer laag.

REFERENTIES

- Bundza, A., Feltmate, T.E., (1989). Eosinophilic myositis/lymphadenitis in slaughter cattle. *Canadian Veterinary Journal* 30, 514-516
- Domenis, L., Peletto, S., Sacchi, L., Clementi, E., Genchi, M., Felisari, L., Felisari, C., Mo, P., Modesto, P., Zuccon, F., Campanella, C., Maurella, C., Guidetti, C., Acutis, P.L., (2011). Detection of a morphogenetically novel *Sarcocystis hominis*-like in the context of a prevalence study in semi-intensively bred cattle in Italy. *Parasitology Research* 109, 1677-1687
- Dauguschies, A., Hintz, J., Henning, M., Rommel, M., (2000). Growth performance, meat quality and activities of glycolytic enzymes in the blood and muscle tissue of calves infected with *Sarcocystis cruzi*. *Veterinary Parasitology* 88, 7-16
- Djurkovic-Djakovic, O., Bobic, B., Nikolic, A., Klun, I., Dupouy-Camet, J., (2013). Pork as a source of human parasitic infection. *Clinical Microbiology and Infection* 19, 586-594
- Dubey, J.P., (1976). Review of *Sarcocystis* of domestic animals and of other *Coccidia* of cats and dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 169, 1061-1078
- Dubey, J.P., (1983). Experimental infections of *Sarcocystis cruzi*, *Sarcocystis tenella*, *Sarcocystis capracanis* and *Toxoplasma gondii* in red foxes (*Vulpes-Vulpes*). *Journal of Wildlife Disease* 19, 200-203
- Dubey, J.P., Speer, C.A., Fayer, R., (1989). *Sarcocystosis of Animals and Man*. CRC Press, Boca Raton, USA.
- Dubey, J.P., Udtujan, R.M., Cannon, L., Lindsay, D.S., (1990). Condemnation of beef because of *Sarcocystis hirsuta* infection. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 196, 1095-1096
- Dubey, J.P., Lindsay, D.S., (2006). Neosporosis, toxoplas-

- mosis, and sarcocystosis in ruminants. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 22, 645-671
- Fayer, R., (2004). *Sarcocystis* spp. in human infections. *Clinical Microbiology Revue* 17, 894-902
- Fayer, R., Dubey, J.P., (1986). Bovine sarcocystosis. *Compendium on Continuing Education for the Practising Veterinarian* 8, 130
- Fayer, R., Elsasser, T.H., (1991). Bovine sarcocystosis: How parasites negatively affect growth. *Parasitology Today* 7, 250-255
- Frelier P., (1977). Sarcocystosis: a clinical outbreak in dairy calves. *Science* 195, 1341-1342
- Gajadhar, A.A., Yates, W.D.G., Allen, J.R., (1987). Association of eosinophilic myositis with an unusual species of *Sarcocystis* in a beef cow. *Canadian Journal of Veterinary Research* 51, 373-378
- Gajadhar, A.A., Marquardt, C., (1992). Ultrastructural and transmission evidence of *Sarcocystis cruzi* associated with eosinophilic myositis in cattle. *Canadian Journal of Veterinary Research* 56, 41-46
- Hamilton, J.M., McCance, C., (1968). Eosinophilic myositis in cattle. *Veterinary Record* 83, 471-472
- Heydorn, A.O., Gestrich, R., Mehlhorn, H., Rommel, M., (1975). Proposal for a new nomenclature of the Sarcosporidia. *Zeitschrift für Parasitenkunde* 48, 73-82.
- Imes, G.D., Migaki, G., (1967). Eosinophilic myositis in cattle - pathology and incidence. In: *Proceedings Annual Meeting United States Animal Health Association* 71, 111-122
- Jensen, R., Alexander, A.F., Dahlgren, R.R., Jolley, W.R., Marquardt, W.C., Flack, D.E., Bennett, B.W., Cox, M.F., Harris, C.W., Hoffmann, G.A., Troutman, R.S., Hoff, R.L., Jones, R.L., Collins, J.K., Hamar, D.W., Cravans, R.L., (1986). Eosinophilic myositis and muscular sarcocystosis in the carcasses of slaughtered cattle and lambs. *American Journal of Veterinary Research* 47, 587-593
- Levine, N.D., (1986). The Taxonomy of *Sarcocystis* (Protozoa, Apicomplexa) species. *Journal of Parasitology* 72, 372-382
- Oghiso, Y., Lee, Y-S., Takahashi, R., Fujiwara, K., (1977). Vascular alterations and degranulation of eosinophil leukocytes in bovine eosinophilic myositis. *Nippon Juigaku Zasshi* 39, 101-116
- Oghiso, Y., Fujiwara, K., (1978). Eosinophil chemotactic activity of muscle extracts from bovine eosinophilic myositis. *Nihon Juigaku Zasshi* 40, 41-49
- Pena, H.F. de J., Ogassawara, S., Sinhorini, I.L., (2001). Occurrence of cattle *Sarcocystis* species in raw kibbe from Arabian food establishments in the city of São Paulo, Brazil, and experimental transmission to humans. *Journal of Parasitology* 87, 1459-1465
- Reiten, A.C., Jensen, R., Griner, L.A., (1966). Eosinophilic myositis (Sarcosporidiosis; sarco) in beef cattle. *American Journal of Veterinary Research* 27, 903-906
- Rommel, M., Heydorn, A.O., (1972). Contributions to the life cycle of Sarcosporidia. 3. *Isospora hominis* (Railliet and Lucet, 1891) Wenyon, 1923, the sporocyst of the Sarcosporidia of cattle and swine. *Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift* 85, 143-145
- Saito, M., Mizusawa, K., Itagaki, H., (1993). Chronic *Sarcocystis* infections in slaughtered cattle. *Journal of Veterinary Medical Science* 55, 757-761
- Vangeel, L., Houf, K., Chiers, K., Vercruyse, J., D'Herde, K., Ducatelle, R., (2007). Molecular-based identification of *Sarcocystis hominis* in Belgian minced beef. *Journal of Food Protection* 70, 1523-1526
- Vangeel, L., (2012). Bovine *Sarcocystis* species and their role in Bovine Eosinophilic Myositis. *PhD thesis Doctor in Veterinary Science*. Faculty of Veterinary Medicine, UGent, 145 pp
- Vangeel, L., Houf, K., Geldhof, P., Nollet, H., Vercruyse, J., Ducatelle, R., Chiers, K., (2012). Intramuscular inoculation of cattle with *Sarcocystis* antigen results in focal eosinophilic myositis. *Veterinary Parasitology* 183, 224-230
- Vangeel, L., Houf, K., Geldhof, P., De Preter, K., Vercruyse, J., Ducatelle, R., Chiers, K., (2013). Different *Sarcocystis* spp. are present in bovine eosinophilic myositis. *Veterinary Parasitology* 197, 543-548
- Van Hoof, J., Vandenbrande, G., Dedeken, L., (1972). Sarcosporidiosis bij 493 slachtrunderen. *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift* 41, 501-514
- Wouda, W., Snoep, J.J., Dubey, J.P., (2006). Eosinophilic myositis due to *Sarcocystis hominis* in a beef cow. *Journal of Comparative Pathology* 135, 249-253