

**BOOSAARDIGE KATARRHAAL KOORTS BIJ EEN RUND IN BELGIË***Malignant catarrhal fever in a Belgian cow***P. Deprez<sup>1</sup>, M. van Heerden<sup>2</sup>, C. Letellier<sup>2</sup>, D. Everaert<sup>1</sup>,  
K. Vanschandevijl<sup>1</sup>, P. Kerkhofs<sup>3(2)</sup>, R. Ducatelle<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Vakgroep Interne Geneeskunde en Klinische Biologie van de Grote Huisdieren<sup>2</sup>Vakgroep Pathologie, Bacteriologie en Pluimveeziekten

Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Gent, Salisburylaan 133, B-9820 Merelbeke

<sup>3</sup>Departement Rundervirologie, CODA-CERVA, Groeselenberg 99, B-1180 Ukkel

Piet.deprez@UGent.be

**SAMENVATTING**

**In dit artikel worden de klinische symptomen, de macroscopische en histopathologische letsels en de virologische bevestiging van een geval van boosaardige katarrhaal koorts bij een rund in België beschreven samen met de virologische bevestiging. Bijkomend virologisch onderzoek van enkele schapen op het bedrijf toonde een hoge prevalentie aan van symptoomloze dragers van het ovine herpesvirus type 2 zowel bij ooiën als bij lammeren.**

**SUMMARY**

This paper describes the clinical symptoms, the macroscopic and histopathological lesions and virological confirmation of a case of bovine malignant catarrhal fever in a Belgian cow. Subsequent virological examination of the sheep on the farm showed a high prevalence of asymptomatic carriers of the ovine herpesvirus type 2 among the adult ewes as well as among the lambs.

**INLEIDING**

Boosaardige katarrhaal koorts (BKK) bij runderen is in België een zeldzaam voorkomende aandoening. In de literatuur werden slechts twee beschrijvingen van deze aandoening in België gevonden (Muylle *et al.*, 1985, Desmecht *et al.*, 1999). Daarnaast wordt sporadisch een geval in de praktijk vermeld (J. Wullepit, persoonlijke mededeling 2001). Door dit sporadische voorkomen worden de symptomen van de aandoening soms niet goed herkend. Daarenboven waren tot voor kort de diagnostische mogelijkheden beperkt bij een vermoeden van BKK. Aangezien nieuwe diagnostische methodes recent beschikbaar zijn, willen we aan de hand van een geval van BKK bij een volwassen rund de belangrijkste aspecten van deze aandoening en de nieuwere kennis ervan beschrijven.

**CASUÏSTIEK****Anamnese**

Een driejarige dikbilkoewerf werd in het voorjaar van 2003 aangeboden met als klacht persisterende en hoge koorts met koortspieken tot 41°C en anorexie sinds drie dagen. Bijkomende klinische symptomen waren etterige neusvloeit, beven en verminderde tonus van de onderkaak. Het dier werd reeds behandeld met antibiotica (ceftiofur gedurende twee dagen, gevolgd door florfenicol) en een ontstekingsremmer (flunixin). Aangezien er geen verbetering optrad, werd het dier doorverwezen naar de faculteit diergeneeskunde.

**Klinisch onderzoek**

Het dier verkeerde in een goede voedingstoestand, had een lichaamstemperatuur van 39,7°C, een pols-

frequentie van 70 slagen per minuut en een verhoogde ademhalingsfrequentie (50/minuut). De circulatietoestand was normaal (normale huidturgor en capillaire vullingstijd) en auscultatie van longen en abdomen leverde evenmin afwijkingen op. Bij inspectie van de mucosae vielen erosieve letsels ter hoogte van het mondslijmvlies op en een stuwung ter hoogte van de oogmucosae. Bilateraal waren er een milde corneatroebeling en een verhoogde traanvloeï aanwezig. Er was een duidelijke seromuceuze neusvloeï en het dier speekselde overmatig. Bij endoscopisch onderzoek van de bovenste luchtwegen werden puntbloedingen en kleine erosies in de farynx en de trachea opgemerkt samen met een matige hoeveelheid etterig exsudaat in de trachea. Endoscopisch onderzoek van de blaas toonde duidelijke puntbloedingen aan. De tonus van de lippen en de onderkaak was verminderd en in de schaarstreek konden opgezette submandibulaire lymfeklieren gepalpeerd worden. Het dier vertoonde een lichte opisthotonus in rust en op stap vertoonde het dier een dwangmatige gang. De dag na de opname in de kliniek waren de zenuwsymptomen duidelijk toegenomen: het dier kon niet meer rechtstaan en vertoonde sterk uitgesproken spiertremor met krampaanvallen.

### Vermoedelijke diagnose

Differentiaal diagnostisch komen bij runderen met koorts, neusvloeï en slijmvliesletsels vooral het boviene virale diarree - mucosal disease complex (BVD-MD), mond en klauw zeer (MKZ), runderpest, infectieuze boviene rinotracheïtis (IBR) en boosaardige katarraal koorts in aanmerking. BVD-MD leek minder waarschijnlijk aangezien deze aandoening meestal gepaard gaat met diarree. Ook bij runderpest is meestal diarree aanwezig en bovendien komt runderpest momenteel niet in België voor. De differentiaal diagnose met MKZ kan voor een deel gebaseerd zijn op het uitzicht van slijmvliesletsels: MKZ is een vesiculeuze aandoening terwijl bij het rund in kwestie de letsels duidelijk erosief waren. Bij IBR is een fibrineus beleg ter hoogte van de bovenste luchtwegen een typisch diagnostisch kenmerk en dit werd niet opgemerkt tijdens het endoscopisch onderzoek van het rund. De corneatroebeling die bij dit rund aanwezig was, vormde een belangrijk differentiaal diagnostisch criterium. BKK is bij de bovenvermelde aandoeningen vrijwel de enige infectie die, naast de andere symptomen, ook een dergelijke aantasting van de cornea veroorzaakt.

De combinatie van persisterende koorts, neusvloeï, erosieve letsels en puntbloedingen ter hoogte van de slijmvliesen, corneatroebeling en zenuwsymptomen was bijgevolg sterk indicatief voor boosaardige katarraal koorts. Aangezien de infectie vrijwel steeds via het schaap verloopt, werd bijkomend nagevraagd of er schapen op het bedrijf aanwezig waren. Dit bleek het geval te zijn. Wegens het sterke klinische vermoeden van BKK en wegens de slechte prognose van deze aandoening werd in overleg met de eigenaar besloten over te gaan tot euthanasie.

### Autopsie

Macroscopische lijkschouwing bevestigde de aanwezigheid van puntbloedingen tot ecchymosen ter hoogte van de slijmvliesen van mond, neus en blaas. De mond- en slokdarmmucosae vertoonden erosieve letsels (Figuren 1 en 2). De lymfeklieren waren vergroot.

Stalen van de grote hersenen, de kleine hersenen en van de hersenstam werden na fixatie gekleurd met hematoxiline-eosine (HE). Perivasculaire cuffs en vasculitis waren verspreid over de meningen en de witte en grijze stof van de hersenen. De perivasculaire infiltraties bestonden vooral uit lymfocyten, macrofagen, plasmacellen en enkele neutrofielen (Figuur 3). Er waren kleine bloedingen in het omliggende parenchym. Enkele bloedvaten vertoonden een reactief endotheel met grote ovale kernen en enkele bloedvaten hadden hyaliene veranderingen in de wand. In de hersenschors waren er een beperkte en focale accumulatie van neutrofielen en een milde gliose.

### Virologisch onderzoek

Een weefselmonster van de grote hersenen en de milt werd onderzocht met een PCR specifiek voor het ovine herpes virus type 2 (OHV-2) beschreven door Baxter *et al.* (1991). In beide stalen kon de aanwezigheid van dit BKK-virus aangetoond worden. Bijkomend werd op het bedrijf een virologisch onderzoek verricht op bloed van veertien schapen (acht ooiën en zes lammeren). Zeven van de acht ooiën en drie van de zes lammeren waren positief voor de aanwezigheid van OHV-2 DNA in dezelfde PCR-test (Figuur 4).

De vergelijking van de sequenties bepaald op de PCR-producten van monsters afkomstig van het rund en de schapen toonde een overeenkomst van 100 %, wat impliceert dat alle dieren door hetzelfde virus geïnfecteerd waren. De vergelijking van deze sequen-



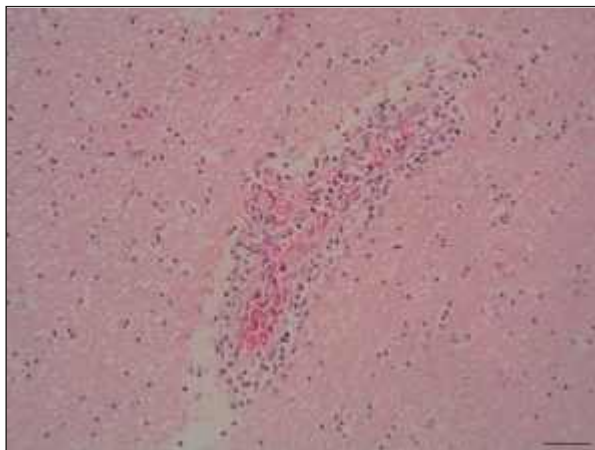
**Figuur 1. Erosieve letsels op de mondmucosa bij een rund met BKK.**

*Figure 1. Erosions on the oral mucosa of a cow with Malignant Catarrhal Fever.*



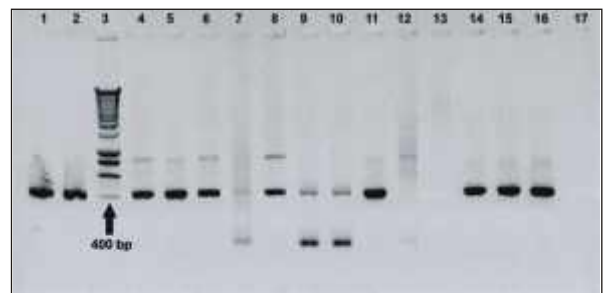
**Figuur 2. Slokdarmerosies bij een rund met BKK.**

*Figure 2. Oesophageal erosions in a cow with Malignant Catarrhal Fever.*



**Figuur 3. Lymfocyttaire perivasculaire cuffing en vasculitis in de hersenen bij een rund met BKK (maatstrep: 50 µm).**

*Figure 3. Lymphocytic perivascular cuffing and vasculitis in the brain tissue of a cow with Malignant Catarrhal Fever (bar: 50 µm).*



**Figuur 4. Agarose gel electrophorese van het 422 bp PCR-fragment, specifiek voor ovine herpesvirus type 2 (lijn 1: hersenen; lijn 2: milt; lijn 3: moleculair gewicht standaard; lijnen 4-11: oaien; lijnen 12-17: lammeren).**

*Figure 4. Agarose gel electrophoresis of the OVH-2 specific 422 bp PCR fragment (lane 1: brain; lane 2: spleen; lane 3: molecular weight standard; lane 4-11: ewes; lane 12-17: lambs).*

ties met de gepubliceerde sequenties aanwezig in de GenBank data base (FASTA search), toonde een homologie aan van 99,4% met de gepubliceerde 140 kda-sequentie homolog van de OHV-2 tegument proteïne (accession number L05908), terwijl er slechts voor 71,7% overeenkomst was met de gepubliceerde alcelafiene herpesvirus type 1 (AHV-1) sequentie (accession number AF005370).

De analyse van de geamplificeerde sequenties bevestigt dus de PCR-uitslagen en de betrokkenheid van OHV-2 in deze infectie.

## BESPREKING

Van boosaardige katarrhaal koorts worden er twee vormen beschreven. De eerste vorm is vooral verspreid

in Afrika en wordt veroorzaakt door een sterk celgeassocieerd virus van de familie Herpesviridae (genus gamma herpesvirinae), namelijk het alcelafiene herpesvirus type 1. De naam alcelafiene herpesvirus wordt gebruikt omdat het virus latent en symptomloos aanwezig kan zijn bij dieren van de subfamilie Alcelaphilae van de familie van de Bovidae. Die subfamilie omvat het hartenbeest (*Acelaphus*), de topi (*Damaliscus*) en het wildebeest (*Connochaetes*). Het virus werd voor het eerst geïsoleerd door Plowright (1960) bij een wildebeest in 1960 en daarom wordt de Afrikaanse vorm van BKK ook de wildebeestgeassocieerde vorm genoemd. Uitgaande van deze symptomloze dragers kunnen andere wilde en gedomesticeerde herkauwers besmet raken en de klinische symptomen van BKK ontwikkelen (Worthington en Bigalke, 2001).

Aangezien de natuurlijke habitat van hogervermelde antilopen in Afrika ligt, wordt de wildebeestgeassocieerde vorm van BKK vrijwel nooit in andere continenten aangetroffen, behalve in zoo's of wildparken waar contact tussen symptomloze dragers en gevoelige herkauwers mogelijk is (Hanichen *et al.*, 1998).

De meest voorkomende vorm van BKK buiten Afrika is de schaapgeassocieerde vorm die veroorzaakt wordt door het ovine herpesvirus type 2. Dit virus is nauw verwant aan het alcelafiele herpesvirus en is eveneens een celgebonden gammaherpesvirus (Roizman *et al.*, 1981). Bij het schaap komt het virus symptomloos voor en kan het van daaruit andere gevoelige herkauwers, zoals gedomesticeerde en wilde runderen en herten, infecteren. Ook varkens kunnen geïnfecteerd worden en symptomen vertonen (Loken *et al.*, 1998; Albini *et al.*, 2003). Waar vroeger gesuggereerd werd dat ook geiten eventueel symptomloze dragers van het ovine herpesvirus type 2 konden zijn, bestaan er nu meer indicaties dat het hierbij om een verwant virus, namelijk het capriene herpesvirus type 2, gaat (Li *et al.*, 2003; Keel *et al.*, 2003).

De klinische symptomen van BKK worden gekenmerkt door hoge en persistente koorts, depressie, profuse sereuze tot etterige, stinkende neusvloeï (waarvan de benaming "snotsiekte" in Zuid-Afrika), keratoconjunctivitis met traanvloeï en vlug optredende corneatroebeling, erosies ter hoogte van de mond en neusmucosae, opgezette lymfeklieren en meestal sterfte binnen een paar dagen tot hoogstens 14 dagen na het optreden van de symptomen. Meer uitgesproken zenuw-symptomen kunnen ook voorkomen evenals bloederige diarree, non-purulente artritis en een papuleuze tot eczematieuze dermatitis vooral ter hoogte van de minder behaarde huddelen (Stöber 2002). Niet alle symptomen zijn bij elk aangetast dier aanwezig, waardoor soms een onderscheid gemaakt wordt tussen verschillende vormen: (1) een hyperacuut verloop met hoge koorts, depressie, anorexie, spier-rillingen, waterige tot bloederige diarree en sterfte binnen een drietal dagen, (2) de klassieke "kop-ogen" vorm waarbij vooral de corneatroebeling en de erosieve letsels ter hoogte van de mucosae opvallen en (3) de "darmvorm" met diarree, koorts, lymfadenopathie en mildere perifere slijmvliesletsels en (4) de milde vorm waarbij herstel mogelijk is. Over die laatste vorm is er nog weinig bekend (O'Toole *et al.*, 1995). Daarnaast zijn er zelfs indicaties voor een

mogelijke persistente infectie bij runderen (Milne en Reid, 1990, Muller-Doblies *et al.*, 2001).

Op lijkschouwing vallen vooral de letsels aan de mucosae op. Erosieve letsels kunnen aangetroffen worden over de volledige maagdarmltractus. Bij de bovenste luchtwegen variëren de letsels van roodheid of puntbloedingen tot een pseudomembraneuze rino-tracheïtis. Ter hoogte van de urinewegen kan de blaas-mucosa rood of oedemateus zijn of petechiën tot ecchymosen vertonen. De lymfeklieren, vooral de perifere en de kop- en halslymfeklieren, zijn opgezet en oedemateus. Miltzwellig kan aanwezig zijn.

Bij histologisch onderzoek zijn de meest opvallende veranderingen obliteratieve arteriopathie en vasculitis. Deze zijn in vrijwel alle organen waarneembaar, maar het meest uitgesproken in de hersenen, de lever, de nieren en in de mucosale letsels (O'Toole *et al.*, 1995). Dergelijke histologische letsels vormden vroeger, samen met de klinische symptomen, de basis van de BKK-diagnose.

Momenteel is de diagnose vooral gebaseerd op het aantonen van het virale genoom in het bloed of in weefsels door middel van PCR (Baxter *et al.* 1993). Virusisolatie is wel mogelijk bij de wildebeestgeassocieerde vorm van BKK, maar niet bij de schaapgeassocieerde vorm (Li *et al.*, 2000).

Bij dieren met duidelijke klinische symptomen is de prognose zeer slecht. In de literatuur wordt een mortaliteit hoger dan 95% aangegeven (Stöber 2002). De morbiditeit is meestal laag bij de schaapgeassocieerde vorm. Slechts één of enkele dieren op het bedrijf worden aangetast. Een Zwitsers onderzoek gaf een jaarlijkse incidentie van 0,6 per duizend runderen aan en in meer dan 50% van de gevallen was slechts één dier op het bedrijf aangetast (Muller-Doblies, 2001). Toch zijn bij runderen uitbraken beschreven waarbij de morbiditeit 30% tot 40% bedroeg (Brenner *et al.*, 2002). In tegenstelling tot onze gedomesticeerde runderen blijken bijvoorbeeld bizons en herten gevoeliger voor infectie en in die populaties kan BKK een belangrijke doodsoorzaak zijn (Li *et al.*, 2000, Wood 2002).

Aangezien een behandeling niet mogelijk is en er geen vaccin bestaat, is de aanpak van BKK vooral op preventie gebaseerd. Daartoe is in ons land het verhinderen van contacten tussen runderen en besmette schapen de meest voor de hand liggende aanpak.

In de praktijk zijn daarbij twee problemen aan de orde. Ten eerste is er heel weinig bekend over de verspreiding van het ovine herpesvirus type 2 binnen onze schapenpopulatie en is het dus moeilijk

besmette van niet-besmette schapen te onderscheiden. Tot voor kort konden de schapen niet getest worden. Nu is met de PCR-test wel een laboratoriumdiagnose mogelijk, maar gezien het geringe economische belang van BKK bij runderen is er weinig interesse voor een grootscheeps onderzoek van de Belgische schapen. Voor zover bekend is het beperkte onderzoek van de schapen in het huidige rapport het eerste gepubliceerde onderzoek van schapen in België. Het hoge percentage dragers bij schapen op het onderzochte bedrijf wijst erop dat, zeker op bedrijfsniveau, de prevalentie hoog kan zijn, hetgeen ook blijkt uit literatuurgegevens (Li *et al.*, 1996).

Een tweede probleem is dat er nog veel onduidelijkheid bestaat over de verspreiding van het virus onder de schapen en tussen schaaap en rund. Recent onderzoek heeft aangetoond dat de transmissie tussen schapen vooral horizontaal gebeurt en dat de lammeren meestal pas na twee tot drie maanden positief worden. Tegen de leeftijd van 1 jaar zijn op besmette bedrijven vrijwel alle lammeren positief. Gescheiden opfok is bijgevolg een mogelijkheid om een virusvrije kudde te bekomen (Li *et al.*, 1999). De horizontale transmissie van schaaap naar schaaap en van schaaap naar rund zou vooral gebeuren via neussecreet en daarvoor is, gezien de vlugge inactivatie van het virus in de omgeving, nauw contact nodig. De minimum afstand om overdracht te voorkomen, is niet bekend: enkel in één studie werd aangetoond dat een afstand van 800 meter voldoende was om een overdracht van schaaap naar schaaap te vermijden (Li *et al.*, 1999) terwijl een overdracht tussen schaaap en bizon nog mogelijk blijkt te zijn over een afstand van 1600 meter (Li *et al.*, 2000). Een verhoogd risico op transmissie van BKK van schaaap naar rund tijdens de lammerperiode wordt anekdotisch vermeld in de literatuur, maar concrete bewijzen daarvoor zijn er niet. Overdracht via bloed door naalden of bloedzuigende insecten lijkt niet zo belangrijk te zijn. Experimenteel is de overdracht via injectie van besmet bloed of besmette lymfocyten beduidend minder effectief dan de overdracht via natuurlijk contact (Li *et al.* 2000). De lange incubatieperiode van de aandoening bij het rund, die geschat wordt op enkele weken tot 6 en zelfs tot 9 maanden, bemoeilijkt nog bijkomend epidemiologisch onderzoek betreffende virustransmissie (Brenner *et al.*, 2002).

Bij het hierbeschreven geval zijn de precieze manier en het tijdstip van infectie niet bekend. Direct contact met de schapen is er niet geweest. Op het moment van de symptomen bij het rund liepen de schapen op een ver verwijderde weide en op de weide

met het aangetaste dier hadden nooit schapen verbleven. Tijdens de winter hadden runderen en schapen niet in dezelfde stal gestaan en de runderen hadden het jaar ervoor op een weide gelopen waar enkel het jaar daarvoor schapen op verbleven hadden. Gezien de beperkte overlevingsduur van het virus buiten de gastheer, is een residuele besmetting van die weide weinig waarschijnlijk. Tijdens de vorige winter werden de schapen wel opgesteld in een ruimte die ook als hooiopslag diende. Contaminatie van het hooi zou misschien een verklaring voor de infectie kunnen zijn, alhoewel transmissie via een vector, bijvoorbeeld door besmette kledij, theoretisch ook zou kunnen voorkomen. Hierover bestaan echter geen literatuurgegevens.

Als besluit kunnen we stellen dat BKK nog steeds voorkomt in België en bijgevolg in de differentiaal diagnose bij runderen met koorts, neusvloeit, slijmvliesletsels, (bloederige) diarree en/of zenuwsymptomen moet worden opgenomen. Door de beschikbaarheid van de PCR is het stellen van de diagnose gemakkelijker en betrouwbaarder geworden. Preventieve maatregelen door ofwel het strikt scheiden van runderen en schapen of door het opbouwen van een BKK-vrije schapenkudde zijn mogelijk.

## LITERATUUR

- Albini S., Zimmermann W., Neff F., Ehlers B., Hani H., Li H., Hussy D., Casura C., Engels M., Ackermann M. (2003). Diagnostic findings in pigs with porcine malignant catarrhal fever. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde* 145, 61-68.
- Baxter S.I.F., Pow I., Bridgen A., Reid H.W. (1993). PCR detection of the sheep-associated agent of malignant catarrhal fever. *Archives of Virology* 132, 145-159.
- Brenner J., Perl S., Lahav D., Garazi S., Oved Z., Shlosberg A., David D. (2002). An unusual outbreak of malignant catarrhal fever in a beef herd in Israel. *Journal of Veterinary Medicine Series B* 49, 304-307.
- Hanichen T., Reid H.W., Wiesner H., Hermanns W. (1998). Malignant catarrhal fever in zoo ruminants. *Tierärztliche Praxis Ausgabe Grosstiere* 26, 294-300.
- Keel M.K., Patterson J.G., Noon T.H., Bradley G.A., Collins J.K. (2003). Caprine herpesvirus-2 in association with naturally occurring malignant catarrhal fever in captive sika deer (*Cervus nippon*) *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation* 15, 179-183.
- Li H., Shen D.T., Jessup D.A., Knowles D.P., Gorham J.R., Thorne T., OToole D., Crawford T.B. (1996). Prevalence of antibody to malignant catarrhal fever virus in wild and domestic ruminants by competitive-inhibition ELISA. *Journal of Wildlife Diseases* 32, 437-443.

- Li H., Snowden G., Crawford TB. (1999). Production of malignant catarrhal fever virus-free sheep. *Veterinary Microbiology* 65, 167-172.
- Li H., Snowden G., O'Toole D., Crawford TB. (2000). Transmission of ovine herpesvirus 2 among adult sheep. *Veterinary Microbiology* 71, 27-35.
- Li H., Wunschmann A., Keller J., Hall DG., Crawford TB. (2003). Caprine herpesvirus-2-associated malignant catarrhal fever in white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation* 15, 46-49.
- Loken T., Aleksandersen M., Reid H., Pow I. (1998). Malignant catarrhal fever caused by ovine herpesvirus-2 in pigs in Norway. *The Veterinary Record* 143, 464-467.
- Milne E M., Reid HW. (1990). Recovery of a cow from Malignant Catarrhal Fever. *The Veterinary Record* 126, 640-641.
- Muller-Doblies UU., Egli J., Li H., Braun U., Ackermann M. (2001). Epidemiology of malignant catarrhal fever in Switzerland. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde* 143, 173-183.
- Muyllé E., Maenhout D., Ducatelle R., Debouck P. (1985). Twee gevallen van Boosaardige Katarrhaal Koorts bij runderen. *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift* 54, 94-103.
- O'Toole D., Li H., Miller D., Williams WR., Crawford TB. (1997). Chronic and recovered cases of sheep-associated malignant catarrhal fever in cattle. *The Veterinary Record* 140, 519-524.
- O Toole D., Li H., Roberts S., Rovnak J., Demartini J., Cavender J., Williams B., Crawford T. (1995). Chronic generalized obliterative arteriopathy in cattle—A sequel to sheep-associated Malignant Catarrhal Fever. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation* 7, 108-121.
- Plowright W., Ferris W.D., Scott G.R. (1960). Blue wildebeest and the aetiological agent of bovine malignant catarrhal fever. *Nature* 188, 1167.
- Roizman B., Carmichael L.E., Deinfardt F. (1981). Herpesviridae: definition, provisional nomenclature and taxonomy. *Intervirology* 16, 93-100.
- Stöber M. (2002). Bösartiges Katarrhalfieber In: Dirksen G., Gründer H., Stöber M. (eds.). *Innere Medizin und Chirurgie des Rindes*. Blackwell Verlag GmbH, Berlin, p. 1217-1221.
- Wood M. (2002). Battling bisons' mysterious MCF disease. *Dairy and Beef* 2, 7-8.
- Worthington RW., Bigalke RD. (2001). A review of the infectious diseases of African wild ruminants *Onderstepoort Journal of Veterinary Research* 68, 291-323.