

INFRAROODTHERMOMETRIE IS ONGESCHIKT VOOR DE DETECTIE VAN KOORTS BIJ VARKENS

Infrared thermometry is not suitable for the detection of fever in pigs

J. Dewulf¹, F. Koenen², H. Laevens³, A. de Kruif¹

¹ Vakgroep Verloskunde, Voortplanting en Bedrijfsdiergeneeskunde,

Afdeling voor Veterinaire Epidemiologie, Salisburylaan 133, B-9820 Merelbeke, België

² Afdeling Virologie, sectie Modelisatie van Epizoötische Ziekten, Centrum voor Onderzoek in Diergeneeskunde en Agrochemie (CODA/CERVA/VAR), Groeselenberg 99, B-1180 Brussel, België

³ Coördinatie Centrum Diergeneeskundige Diagnostiek, Centrum voor Onderzoek in Diergeneeskunde en Agrochemie (CODA/CERVA/VAR), Groeselenberg 99, B-1180 Brussel, België

jeroen.dewulf@UGent.be

SAMENVATTING

Het meten van de lichaamstemperatuur bij het varken gebeurt doorgaans door het meten van de rectale temperatuur met behulp van een thermometer. Dit is evenwel tijdrovend en vaak moeilijk praktisch realiseerbaar. Daarom wordt naar alternatieve methoden gezocht om op een betrouwbare, snelle en praktische manier de lichaamstemperatuur van een varken te kunnen registreren. Om de bruikbaarheid van de infraroodthermometrie, een methode waarbij vanop afstand de lichaamsoppervlaktetemperatuur wordt waargenomen, te evalueren, werd nagegaan in hoeverre het mogelijk is de rectale temperatuur te voorspellen op basis van de huidtemperatuur. Hiervoor werd bij 12 biggen gedurende 45 opeenvolgende dagen de huidtemperatuur gemeten ter hoogte van het oor, de poot, de flank en de anus. Deze temperaturen werden vergeleken met de dagelijks gemeten rectale temperatuur. Uit de resultaten blijkt dat, ondanks het feit dat er voor de meeste meetplaatsen een significant verband bestaat tussen de huidtemperatuur en de rectale temperatuur, geen betrouwbare voorspellingen van de rectale temperatuur kunnen gemaakt worden. De conclusie is dat de infraroodthermometrie geen goed alternatief is voor de rectale temperatuurmeting voor het detecteren van koorts.

ABSTRACT

The measurement of body temperature in pigs is conventionally done by means of rectal temperature measurement using a thermometer. However, this is a time-consuming activity and in most cases, the method can hardly be put into practice. Therefore, alternative methods for a reliable, fast and practical measurement of the body temperature are searched for. To evaluate the suitability of infrared thermometry, a method by which the body surface temperature is recorded, an experiment was set up to assess whether it is possible to predict the rectal temperature based on the body surface temperature. Therefore, the body surface temperature of the ear, feet, side and anus was measured in 12 weaner pigs during 45 consecutive days. These temperatures were compared to daily-recorded rectal temperatures. The results clearly demonstrate that, although there is a significant correlation between most of the measured parts of the body surface temperature and the rectal temperature, no reliable predictions can be made for the rectal temperature. Therefore it can be concluded that infrared thermometry is not a good alternative for the detection of fever in pigs.

INLEIDING

Voor heel wat ziekten is een snelle diagnose van cruciaal belang voor het verdere verloop van de ziekte. Een snelle diagnose kan leiden tot het vroeg (in beginstadium van de ziekte) instellen van de noodzake-

lijke therapie waardoor de schade beperkt kan worden. Voor epidemische ziekten, zoals klassieke varkenspest (KVP), kan een snelle diagnose leiden tot een vroege eradication van de infectiehaard, wat de

kans op secundaire infectiehaarden aanzienlijk reduceert.

De meeste varkensziekten gaan gepaard met koorts. Daarom is het meten van de lichaamstemperatuur één van de standaardonderdelen van het klinisch onderzoek bij het varken. Doorgaans gebeurt dit door het meten van de rectale temperatuur met behulp van een thermometer. Dit is evenwel tijdrovend en vaak praktisch moeilijk realiseerbaar, in het bijzonder bij vleesvarkens. Daarom wordt al langer naar alternatieve methoden gezocht om op een betrouwbare, snelle en praktische manier de lichaamstemperatuur van een varken te kunnen registreren. Een van deze methoden zou de infrarood (IR) thermometrie kunnen zijn waarbij de lichaamsoppervlaktetemperatuur van op afstand wordt waargenomen.

Het principe van IR-thermometrie is gebaseerd op de detectie van elektromagnetische golven die worden uitgezonden door een lichaam dat warmer is dan zijn omgeving. De thermische radiatie van een lichaam verhoudt zich proportioneel tot het verschil van de vierde macht van de lichaamstemperatuur en de omgevings-temperatuur (wet van Boltzmann). Als gevolg daarvan resulteren zelfs kleine temperatuurverschillen in een substantiële hoeveelheid uitgezonden fotonen die met behulp van IR-thermometrie kunnen gedetecteerd worden (Yang en Yang, 1992).

Recent werd IR-thermometrie opnieuw gesuggereerd als een mogelijke additionele techniek voor vroege diagnose van koorts bij KVP-geïnfecteerde varkens (Paton en Greiser-Wilke, 2003). In de humane geneeskunde is beschreven dat met behulp van IR-thermometrie 95% van de personen met koorts kan geïdentificeerd worden (Hughes *et al.*, 1995). Ook in de diergeneeskunde wordt IR-thermometrie reeds met succes toegepast voor de diagnose van lokale ontstekingen (Yang en Yang, 1992; Spire *et al.*, 1999; Weil *et al.*, 1999; Verschooten *et al.*, 2001).

Om de mogelijkheden van de IR-thermometrie voor de detectie van varkens met koorts na te gaan, werd een onderzoek opgezet waarbij de resultaten van de IR-thermometrie van verschillende lichaamsdelen werden vergeleken met de rectale temperatuur.

MATERIAAL EN METHODEN

Dieren

Bij twaalf gespeende biggen (Belgisch landras, 12-15 kg bij aanvang) al dan niet geïnfecteerd met klassieke varkenspest werd gedurende gemiddeld 45 opeenvolgende dagen de temperatuur gemeten, wat

resulteerde in 549 temperatuurwaarnemingen. Metingen voor de bepaling van de accuraatheid werden bij twee andere biggen gedaan (Belgisch landras, 20 kg).

Temperatuurmeting

De rectale temperatuur werd gemeten met behulp van een kwikthermometer, gedurende 2 minuten tot op 0,1 °C nauwkeurig.

De huidtemperatuur werd gemeten met behulp van een draagbare infraroodthermometer "Raynger MX4" (Raytec, Thames Medical, UK) die vanop afstand de huidtemperatuur meet. De meettijd bedraagt 250 ms en de temperatuur wordt weergegeven tot op 0,1 °C nauwkeurig. Volgens de producent is de fout op de waarneming (accuraatheid) ±1°C (Raytec, technische specificaties).

De huidtemperatuur werd steeds op 4 verschillende plaatsen gemeten: 1) het oor, 2) de flank, 3) de poot ter hoogte van de carpus of de tarsus, 4) de anus.

Zowel de huidtemperatuur als de rectale temperatuur werden dagelijks gemeten op het zelfde moment (maximaal 10 minuten tussentijd). Alle metingen verliepen volgens een standaardprocedure, steeds in de vroege voormiddag en steeds door dezelfde 2 personen. De experimenten gebeurden in een isolatiestiel waar de omgevingstemperatuur (rond de 20°C) en de relatieve vochtigheid constant werden gehouden.

Data-analyse

Daar de fabrikant in de technische brochure enkel gegevens verstrekt over de accuraatheid (=juistheid) van het toestel maar niet over de precisie (=herhaalbaarheid), werd eerst de precisie van de metingen nagegaan. Hiertoe werden door één persoon kort na elkaar telkens 10 metingen per dier en per lokatie (oor, flank, poot, anus) uitgevoerd bij twee dieren.

De precisie van de test werd berekend aan de hand van de variantiecoëfficiënt (CV) die wordt berekend met volgende formule:

$$CV = \frac{SD}{\bar{x}} * 100 \text{ (Rosner, 1994)}$$

$$SD = \sqrt{\sum_{i=0}^2 \sum_{j=0}^{10} (x_{ij} - \bar{x}_i)^2}$$

Waarbij SD staat voor de standaarddeviatie en \bar{x} voor de gemiddelde waarde bij alle twintig metingen.

Over het algemeen wordt een CV kleiner dan 5% als goed aanzien, een CV van 5% tot en met 10% is aanvaardbaar, terwijl een CV groter dan 10% als slecht

wordt beschouwd. De herhaalbaarheid werd bij twee andere biggen bepaald dan de twaalf die werden gebruikt voor het bepalen van het verband tussen de huidtemperatuur en de rectale temperatuur. De data gebruikt voor het bepalen van de precisie werden dan ook niet meer gebruikt in de verdere analyses. Om op basis van de huidtemperatuur een uitspraak te kunnen doen over de lichaamstemperatuur, werden de data geanalyseerd met behulp van een lineair gemengd model met het varken als *random* element en een autoregressieve correlatiestructuur van de eerste orde (S-plus, 2000). De huidtemperatuur werd hierbij aanzien als de onafhankelijke variabele en de rectale temperatuur als de afhankelijke variabele.

Op basis van de bekomen coëfficiënten voor het intercept (b_0) en de richtingscoëfficiënt (b_1) van de rechte kan de rectale temperatuur worden voorspeld volgens de formule:

Voorspelde rectale temperatuur = $b_0 + b_1 * \text{huidtemperatuur}$ (Neter *et al.*, 1996)

Het 95%-voorspellingsinterval rond deze waarde wordt berekend aan de hand van onderstaande formule (Neter *et al.*, 1996):

$$y_0 \pm t_{n-2, \alpha/2} * s * \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(x_0 - \bar{x})^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}}$$

waarbij:

y_0 = de voorspelde waarde

t = de waarde bekomen op basis van de 'student normaal verdeling' bij $n-2$ vrijheidsgraden en een foutenmarge gelijk aan α

n = het aantal waarnemingen

s = de standaarddeviatie van de residuel en

x_0 = de huidtemperatuur

\bar{x} = de gemiddelde huidtemperatuur voor alle waarnemingen

RESULTATEN

De gemiddelde rectale temperatuur over het volledige experiment en bij alle dieren was 39,31 °C met een minimum van 37,9°C en een maximum van 42,1°C. Bij 74 van de 549 waarnemingen was de rectale temperatuur hoger of gelijk aan 40°C (= koorts). De koorts werd waargenomen bij 11 van de 12 dieren. Deze dieren waren geïnfecteerd met het KVP-virus en de koorts ging gepaard met andere duidelijke klinische symptomen, zoals conjunctivitis, ataxie, cachexie.

De gemiddelde waarden van de huidtemperaturen, het gemiddelde verschil van de huidtemperatuur ten opzichte van de rectale temperatuur, de standaardafwijking op dit verschil, en ook de CV voor de verschillende meetplaatsen worden weergegeven in Tabel 1. In Figuur 1 worden de waarden van de huidtemperaturen grafisch weergegeven ten opzichte van de rectale temperatuur. In Tabel 2 worden de waarden van de coëfficiënten weergegeven die de verschillende lineaire verbanden beschrijven. Tevens wordt een p-waarde weergegeven die aangeeft of de richtingscoëfficiënt van de rechte significant verschilt van 0, of met andere woorden of er een significant verband bestaat tussen de huidtemperatuur en de rectale temperatuur. Hieruit blijkt dat voor drie van de vier meetplaatsen (flank, poot, anus) er een significant verband ($p < 0,01$) bestaat. Enkel voor de oortemperatuur is dit verband niet significant. Tevens blijkt dat, ondanks het significant verschil van 0, de richtingscoëfficiënt steeds een zeer klein getal is, wat resulteert in een zeer langzame stijging van de rechte (Figuur 1). Voor die gevallen waar er een significant verband werd gevonden tussen de huidtemperatuur en de rectale temperatuur, werd op basis van de huidtemperatuur een voorspelling gemaakt van de verwachte rectale temperatuur met een bijhorend voorspellingsinterval (Figuur 2). Op basis van deze figuren kan worden nagegaan bij welke huidtemperatuur een rectale temperatuur van > 40°C wordt voorspeld en hoe groot de fout is rond deze voorspelling.

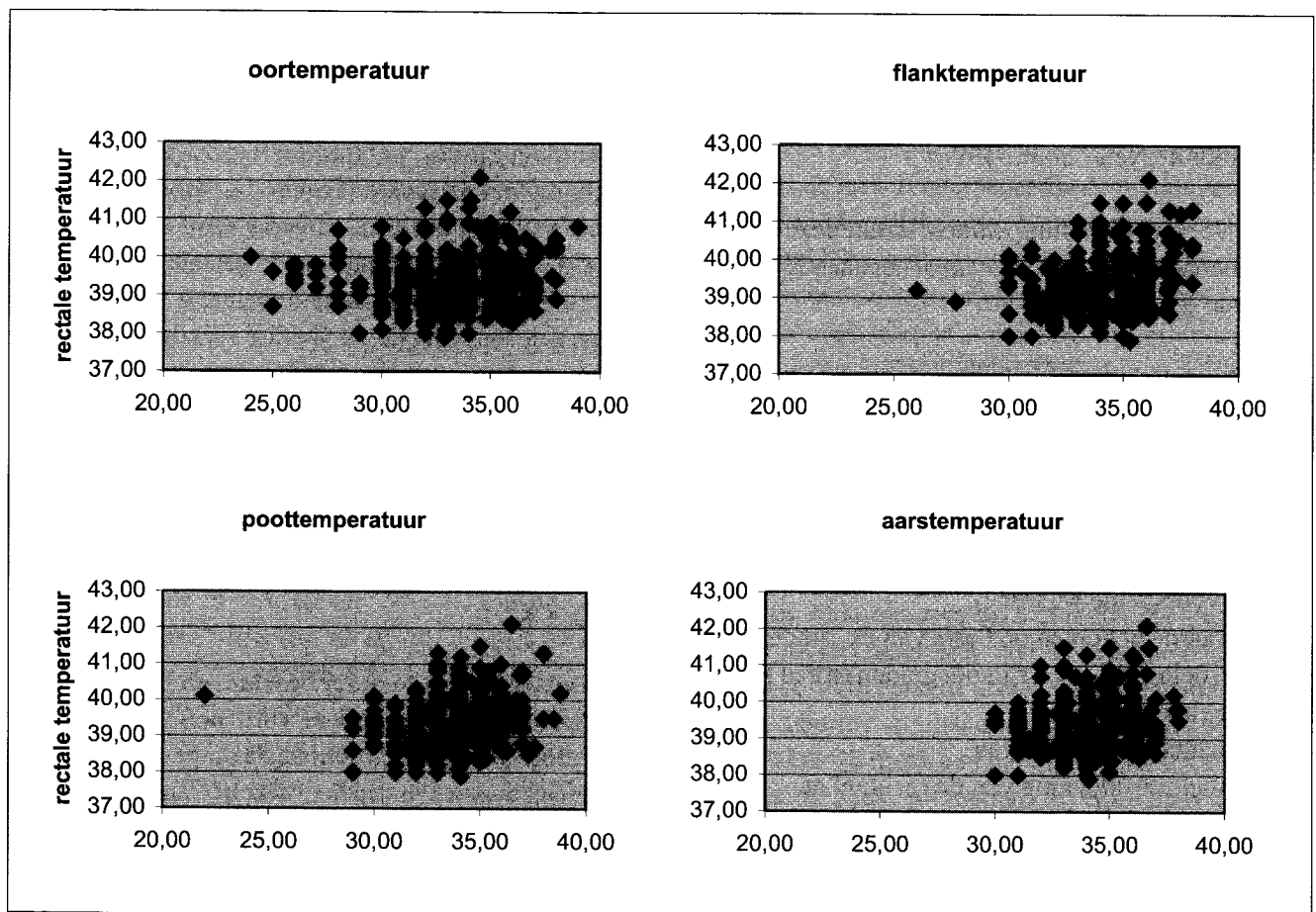
DISCUSSIE

Gezien in de literatuur beschreven is dat de huidtemperatuur van het varken wordt beïnvloed door onder meer de luchtvochtigheid, de omgevingstemperatuur en het gewicht van het varken (Clark, 1977; Zinn *et al.*, 1985; Wendt *et al.*, 1997; Loghmiller *et al.*, 2001), zijn de resultaten die bekomen werden in deze studie, enkel van toepassing bij biggen (gewicht variërend tussen de 10 en 30 kg) die worden gehouden bij een omgevingstemperatuur van ongeveer 20°C.

Op basis van de variantiecoëfficiënten van de verschillende meetplaatsen blijkt er een groot verschil tussen de meetplaatsen te bestaan. De herhaalbaarheid van de meting is goed op de flank, redelijk op de poot en de anus en slecht op het oor. Een mogelijke verklaring voor deze verschillen is dat de flank een groot oppervlak is waarbij de huidtemperatuur relatief constant blijft, zodat het resultaat van een tweede meting goed overeenkomt met het resultaat van de eerste meting, zelfs al gebeurt de tweede meting een

Tabel 1. Gemiddelde waarden van de verschillende huidtemperaturen, de afwijking ten opzichte van de rectale temperatuur en de CV van de verschillende meetplaatsen.

	Gemiddelde temp. (°C)	Gemiddeld verschil t.o.v. rectale temp. (°C)	Standaardafwijking van het verschil	Variantiecoëfficiënt
Oor	33,17	6,14	2,22	11,13%
Flank	33,96	5,36	1,57	1,93%
Poot	33,64	5,70	1,74	5,14%
Anus	34,14	5,17	1,52	5,94%



Figuur 1. Scatterplot van de waargenomen huidtemperaturen ten opzichte van de waargenomen rectale temperatuur.

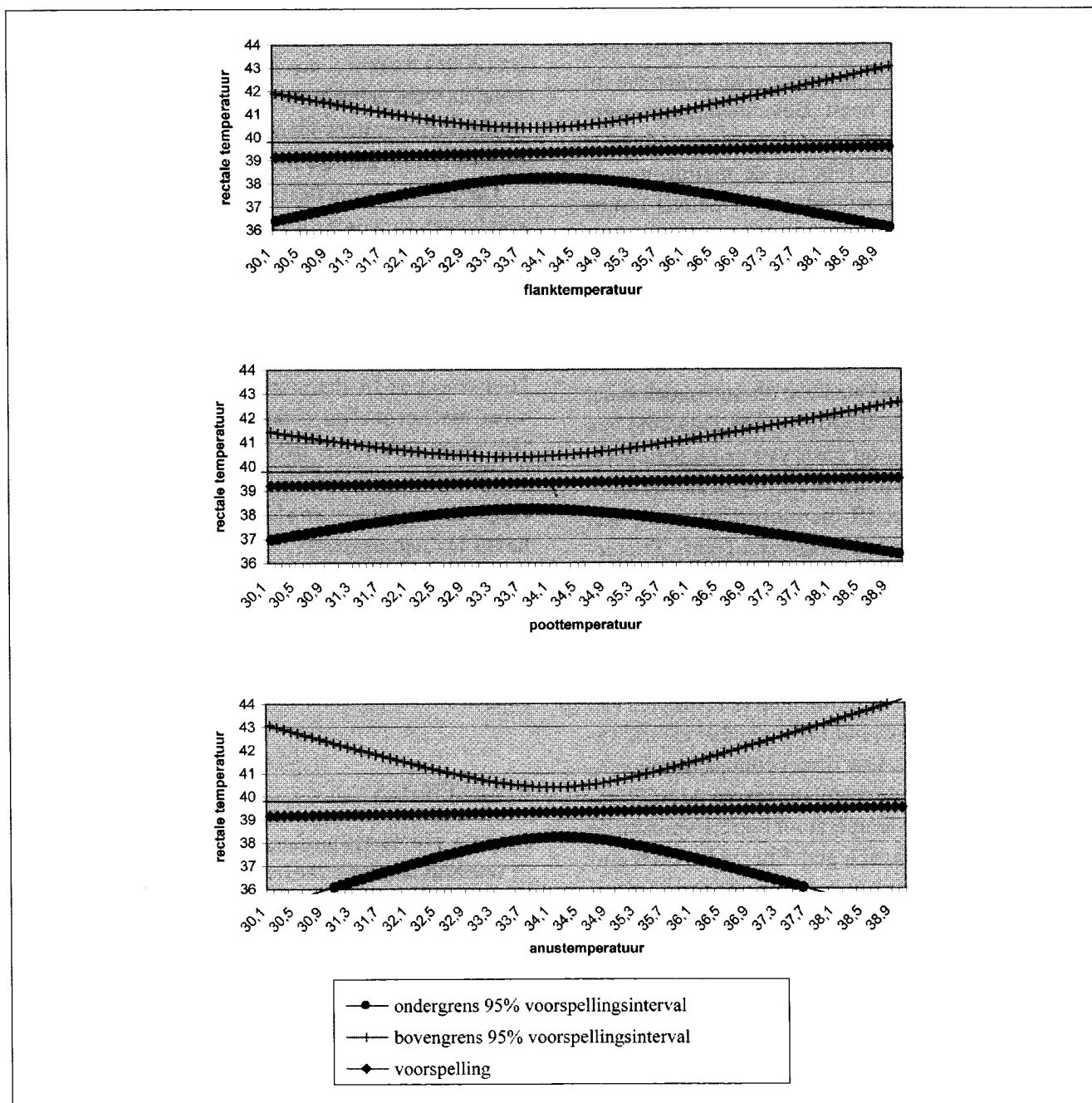
aantal centimeter naast de exacte lokatie van de eerste meting. Wanneer bij de poot, de anus en zeker bij het oor een tweede meting niet op exact dezelfde plaats gebeurt als de eerste meting, dan kunnen er wel grote temperatuurverschillen waargenomen worden. Het spreekt vanzelf dat het bij varkens (die niet steeds stilstaan) relatief moeilijk is om verschillende metingen na elkaar op exact dezelfde lokatie uit te voeren. Een bijkomende verklaring voor de slechte herhaalbaar-

heid van de metingen ter hoogte van het oor is het feit dat het oor een belangrijke functie vervult in de thermoregulatie van het varken waardoor relatief sterke temperatuurschommelingen ter hoogte van het oor fysiologisch normaal zijn (Ingram *et al.*, 1973).

Uit de resultaten van de data-analyse blijkt enerzijds dat er voor de meeste meetplaatsen (poot, flank, aars) een significant verband bestaat tussen de huidtemperatuur en de rectale temperatuur. Enkel bij het

Tabel 2. Lineair verband: coëfficiënten van b_0 en b_1 voor de verschillende meetplaatsen.

	b_0 (snijpunt met y-as)	b_1 (richtingscoëfficiënt rechte)	p-waarde ($H_0: b_1=0$)
Oor	38,801	0,015	0,11
Flank	37,824	0,044	< 0,01
Poot	38,239	0,032	< 0,01
Anus	38,018	0,038	< 0,01



Figuur 2. Lineair verband: voorspelling van de rectale temperatuur op basis van de resultaten van de huidtemperatuur met bijhorend voorspellingsinterval.

oor is dit niet het geval. Hiervoor kan opnieuw verwezen worden naar het belang van het oor in de thermoregulatie (Ingram *et al.*, 1973). Wat de flank, de poot en de anus betreft, is er wel een significant positief verband tussen de huidtemperatuur en de rectale temperatuur. Indien evenwel de rectale temperatuur voorspeld wordt op basis van de huidtemperatuur, dan blijkt dat bij een huidtemperatuur die varieert tussen 30°C en 39°C, de voorspelde rectale temperatuur (puntschatting) nooit meer dan 40°C bedraagt (Figuur 2). Dit houdt in dat op basis van de huidtemperatuurmeting een varken nooit als koortsig zal worden geïdentificeerd. Bovendien blijft de bovengrens van het voorspellingsinterval steeds boven de 40°C (Figuur 2). Dit betekent dat men bij een huidtemperatuurmeting waarvan de waarde varieert tussen 30°C en 39°C, nooit met 95% zekerheid kan weten dat dit dier zeker geen koorts heeft. Bovendien moet opgemerkt worden dat bij de data-analyse er geen rekening werd gehouden met de fout bij de meting van de huidtemperatuur (accuraatheid van het toestel). Indien deze bron van variatie bijkomend in rekening zou worden gebracht, dan zou dit resulteren in een nog breder voorspellingsinterval en bijgevolg in een nog slechtere voorspelbaarheid van de rectale temperatuur.

Op basis van de resultaten van dit onderzoek is het niet uit te maken of de slechte voorspelbaarheid van de rectale temperatuur op basis van de huidtemperatuur het gevolg is van foutieve metingen van de huidtemperatuur door het IR-thermometrietoeestel, dan wel het gevolg is van een slecht en/of sterk fluctuerend verband tussen de lichaamstemperatuur en de huidtemperatuur. Volgens de producent van het toestel bedraagt de fout bij een meting maximaal 1°C (=accuraatheid). Tevens wordt beschreven door Wendt *et al.* (1997) dat in hun experimenten de resultaten van IR-thermometrie van de huid zeer goed overeenkwamen met de resultaten van 'direct contact thermometrie' van de huid. Wat de correlatie tussen de huidtemperatuur en de rectale temperatuur betreft, spreken de literatuurgegevens elkaar tegen. Enerzijds zijn er studies die aangeven dat er geen of slechts een zeer miniem verband bestaat tussen de rectale temperatuur en de huidtemperatuur (Zinn *et al.*, 1985), anderzijds bestaan er andere studies die aangeven dat er wel degelijk een verband bestaat (Loughmiller *et al.*, 2001). Een mogelijke verklaring voor de tegenstrijdige literatuurgegevens zou kunnen bestaan in het feit dat een fysiologische temperatuurstijging veroorzaakt door een verhoogd metabolisme, bijvoorbeeld na voedselopname, gepaard gaat met een perifere vasodilatatie en

bijgevolg met een verhoogde huidtemperatuur, terwijl een temperatuurstijging tengevolge van koorts in eerste instantie niet gepaard gaat met een perifere vasodilatatie, waardoor het effect op de huidtemperatuur veel minder uitgesproken is (Ingram *et al.*, 1973). Na verloop van tijd, wanneer de hogere temperaturredrempel is bereikt, wordt ook bij dieren met koorts de overtollige lichaamswarmte via onder andere de huid afgegeven (Loughmiller *et al.*, 2001). Een tweede mogelijke verklaring is het type IR-thermometrietoeestel dat werd gebruikt. In deze studie en in andere studies waar geen of slechts een zeer miniem en onbruikbaar verband werd gevonden, werd gebruik gemaakt van toestellen die de huidtemperatuur meten op één punt (Wendt *et al.*, 1997). In de studie van Loughmiller (2001) waar wel een duidelijk verband werd gevonden, werd gebruik gemaakt van een IR-camera die de flanktemperatuur meet over een breed oppervlak en daarvan de gemiddelde temperatuur berekent.

De reden waarom IR-thermografie wel met succes kan toegepast worden bij de diagnose van lokale ontstekingshaarden is omdat hier steeds wordt gekeken naar temperatuurverschillen tussen overeenkomstige regio's op de linker- en rechterzijde van het dier (Spire *et al.*, 1999; Weil *et al.*, 1999; Verschooten *et al.*, 2001). Hier wordt de IR-thermometrie dan ook niet aangewend met het doel de rectale temperatuur te voorspellen, maar enkel om twee metingen (bijvoorbeeld aangetaste carpus versus niet-aangetaste carpus) met elkaar te vergelijken en aldus een lokale ontstekingshaard te diagnosticeren.

Samenvattend kan worden gesteld dat IR-thermometrie, zoals door ons toegepast, niet geschikt is voor het identificeren van varkens met koorts en aldus geen hulpmiddel is voor de diagnostiek van koorts bij varkens.

REFERENTIES

- Clark J.A. (1977). The potential of infra-red thermography in veterinary diagnosis. *The Veterinary Record* 100, 402-404.
- Hughes W.T., Patterson G.G., Thornton D., Williams B.J., Lott L., Dodge R. (1985). Detection of fever with infra-red thermometry: a feasibility study. *The Journal of Infectious Diseases* 152, 301-306.
- Ingram D.L., Legge K.F., Mount L.E. (1973) Onset of fever in a pig. *British Veterinary Journal* 129, 32-33.
- Loughmiller J.A., Spire M.F., Dritz S.S., Fenwick B.W., Hosni M.H., Hogge S.B. (2001). Relationship between mean body surface temperature measured by use of infra-red thermography and ambient temperature in clinically normal pigs and pigs inoculated with *Actinobacillus pleuropneumoniae*.

- ropneumoniae. *American Journal of Veterinary Research* 62, 676-681.
- Neter J., Kutner M.H., Nachsheim C.J., Wasserman W. (1996). Inference in Regression Analysis. In: *Applied Linear Statistical Models*. Irwin Publishing, Chicago, USA, p 44-94.
- Paton D.J., Greiser-Wilke I. (2003). Classical swine fever – an update. *Research in Veterinary Science*, In druk.
- Rosner A. (1994). Descriptive statistics. In: *Fundamentals of Biostatistics*. Wadsworth Publishing Company, USA, p 23.
- Spire M.F., Drouillard J.S., Galland J.C., Sargeant J.M. (1999). Use of infrared thermography to detect inflammation caused by contaminated growth promotant ear implants in cattle. *Journal of American Veterinarian Association* 215, 1320-1324.
- Verschooten F., De Clercq T., Saunders J. (2001). Skin surface temperature measurements in horses by infrared monitors. *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift* 70, 65-67.
- Weil M., Litzke L.F., Fritsch R. (1998). Diagnostic validity of thermography of lameness in horses. *Tierärztliche Praxis, Ausg. G. Grosstiere und Nutztiere* 26, 346-354.
- Wendt M., Eickhoff K., Koch R. (1997). Measuring of skin temperature as a method to detect pigs with elevated body temperature. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift* 104, 29-33.
- Yang, W-J., Yang P.P.T. (1992). Literature survey on biomedical applications of thermography. *Biomedical Materials and Engineering* 2, 7-18.
- Zinn K.R., Zinn G.M., Jesse G.W., Mayes H.F., Ellersieck M.R. (1985). Correlation of noninvasive surface temperature measurement with rectal temperature in swine. *American Journal of Veterinary Research* 46, 1372-1374.