

**'N EKSPERIMENTELE ONDERSOEK VAN OORKANAALTEMPERATUUR
AS METING VAN KERNTemperatuur BY DIE MENS**

**Johannes Nicolaas Roedolf Joubert
B.Sc**

**Skripsie voorgelê vir gedeeltelike nakoming van die vereistes vir
die graad Magister Scientiae (Bedryfsfisiologie) in die
Departement Fisiologie aan die Potchefstroomse Universiteit vir
Christelike Hoër Onderwys.**

Studieleier: Dr F.C. Eloff

**POTCHEFSTROOM
1991**

**'N EKSPERIMENTELE ONDERSOEK VAN OORKANAALTEMPERATUUR
AS METING VAN KERNTemperatuur BY DIE MENS**

**Johannes Nicolaas Roedolf Joubert
B.Sc**

**Skripsie voorgelê vir gedeeltelike nakoming van die vereistes vir
die graad Magister Scientiae (Bedryfsfisiologie) in die
Departement Fisiologie aan die Potchefstroomse Universiteit vir
Christelike Hoër Onderwys.**

Studieleier: Dr F.C. Eloff

**POTCHEFSTROOM
1991**

UITTREKSEL

Die mens word dikwels genoodsaak om werk in warm omgewings te verrig. Oormatige blootstelling het tot gevolg dat afwykende toestande ontstaan en liggaamstemperatuur begin styg, wat noodlottige gevolge kan hê indien die toestand nie reggestel word nie. Die meet van liggaamstemperatuur is noodsaaklik om hierdie toestande te identifiseer en dit reg te stel.

Verskeie metodes en meetplekke word gebruik by die meet van liggaamstemperatuur. Die algemeenste meetplek wat tot dusver gebruik is, is die rektum. Dit veroorsaak egter ongemak en pyn en word as eties onaanvaarbaar beskou. Die meet van oorkanaaltemperatuur as 'n alternatiewe metode om kerntemperatuur te meet, is ondersoek deur rektale temperatuur met oorkanaaltemperatuur te vergelyk.

Dertig manlike proefpersone tussen die ouderdom van 18 en 23 jaar het aan die eksperiment deelgeneem. Twintig proefpersone is aan 'n arbeidslading van 75 watt per minuut onderwerp by 'n konstante omgewingstemperatuur van 26 °C. Rektale en oorkanaaltemperatuur het na 'n tydperk van ongeveer 30 minute gestabiliseer en 'n baie konstante T_r/T_o -verhouding is verkry.

Tydens 'n ander fase van die eksperiment is tien proefpersone tydens rus aan 'n hoër omgewingstemperatuur (40 °C) blootgestel. Rektale temperatuur het na 'n sekere tydperk gestabiliseer maar oorkanaaltemperatuur het verder toegeneem. Dit is dus duidelik dat die hoër omgewingstemperatuur 'n invloed op die oorkanaaltemperatuur uitoefen. 'n Styging in veltemperatuur het waarskynlik hierdie toename tot gevolg. Veltemperatuur kan nie kerntemperatuur oorskry nie en dus is hierdie toename 'n akkurate maatstaf van kerntemperatuur.

Na aanleiding van hierdie studie is dit dus moontlik om 'n suksesvolle voorspelling van kerntemperatuur te maak deur die meet van oorkanaaltemperatuur.

ABSTRACT

The human body is frequently exposed to extreme heat in performing one's daily task. Overexposure to these conditions may lead to deviations and hyperthermia. Such abnormalities may have fatal consequences if no steps are taken to rectify the condition.

Various methods and localities are used to measure core temperature. The most common method of determining core temperature is by measuring an individual's rectal temperature. However, this causes discomfort and sometimes pain and is also considered unethical. It was therefore decided to examine the possibility of ear canal temperature as a measure of core temperature. Ear canal temperature was compared with rectal temperature.

Thirty male subjects between the ages of 18 and 23 took part in the experiment. Twenty subjects performed a workload of 75 watts per minute during which the ambient temperature was kept constant at 26 °C. Rectal and ear canal temperatures stabilised after approximately 30 minutes, resulting in a very stable T_r/T_o ratio.

During another phase of the experiment, ten subjects were exposed to an ambient temperature of 40 °C at rest. Rectal temperature stabilised after a certain time but ear canal temperature showed a steady increase towards the end of the experiment.

This constant increase was most probably caused by the higher ambient temperature, which resulted in an elevated skin temperature. Because the cavity in the auditory canal is lined with skin, a higher ambient temperature would result in an increased auditory canal temperature. Skin temperature could never exceed core temperature, however, and ear canal temperature would therefore be a very accurate measure of core temperature.

According to the results of this study it is possible to make a successful prediction of core temperature by ear canal temperature measuring.

VOORWOORD

Die mens moet dikwels arbeid in warm omgewings verrig. Temperatuurmetings soos dié waaroor hierdie studie handel moet gedoen word ten einde hittesteek en tragiese gevolge soos die dood te verhoed. Dit is my wens dat die metodes wat in hierdie studie aangewend is asook die resultate wat verkry is, aangewend kan word om juis sulke tragedies te verhoed.

Dit was dus noodsaaklik dat die warm toestande wat somtyds in die praktyk heers nageboots word. Proefpersone moes in uiters warm toestande (40 °C) aan die eksperiment deelneem. Dit, tesame met die ongemak wat rektale temperatuurmetings meebring, het groot opoffering geverg. My opregte dank aan die inwoners van Hombré-manskoshuis vir hul bereidwilligheid om aan die eksperiment deel te neem.

Sonder die hulp en leiding van my studieleier, dr F.C. Eloff, sou hierdie studie moeilik gedoen kon word. Ek wil u bedank vir die bystand en leiding. Die ondervinding wat u met my gedeel het, was van onskatbare waarde.

Die oorstukke vir die rektaaltermokoppels moes deur 'n kundige op die gebied van gehoorapparate gemaak word. Hartlike dank aan Neels Pretorius van die Baillie Park-apteek vir die maak van 'n oorstuk vir elke proefpersoon.

Graag wil ek ook die volgende persone wat 'n bydrae tot hierdie studie gelewer het bedank:

- Mev. Cathy van der Westhuizen vir die noukeurige tikwerk.
- Professor Faans Steyn, verbonde aan die Statistiese Konsultasiedienste van die PU vir CHO, vir sy hulp met statistiese verwerkings.
- Instrumentmakery van die PU vir CHO vir die noukeurige vervaardiging van die termokoppels.
- Professor P.J.Pretorius vir sy ondersteuning en aanmoediging.

- Mej. A. van den Berg en mnr J. van Rooyen vir die taalkundige versorging.
- My vrou Anna-Marie wat gehelp het waar moontlik, asook vir haar aanmoediging en liefde.
- Aan God drie-enig, aan hom al die lof en eer.

INHOUDSOPGAWE

Uittreksel (i)

Abstract (ii)

Voorwoord (iii)

HOOFSTUK 1

INLEIDING 1

HOOFSTUK 2

LITERATUUROORSIG 3

2.1 Beheer van liggaamstemperatuur 3

2.1.1 Senuweestrukture 3

2.1.2 Meganismes van temperatuurregulering 3

2.1.2.1 Hitteverlies 4

2.1.2.2 Hitteproduksie 5

2.2 Hitteverspreiding in die liggaam 6

2.3 Patofisiologie van termoregulering 6

2.3.1 Skadelike effekte van 'n hoë liggaamstemperatuur 7

2.3.2 Hittesiektes 7

2.3.3 Koors 8

INHOUDSOPGAWE (Vervolg)

2.4	Temperatuurmetingsapparaat	8
2.4.1	Faktore wat 'n rol speel by die keuse van geskikte temperatuurmetings-apparaat volgens Cooper <i>etal.</i> (1977)	9
2.4.2	Kwiktermometers	10
2.4.3	Termoelektriese toestelle (termokoppels)	11
2.4.3.1	Voordele	11
2.4.3.2	Nadele	12
2.4.4	Termoweerstandstoestelle (termistors)	12
2.4.4.1	Voordele	12
2.4.4.2	Nadele	13
2.5	Die meet van liggaamstemperatuur	13
2.5.1	Historiese oorsig	14
2.5.2	Belangrike aspekte tydens temperatuurmetings	15
2.5.3	Rektale temperatuur	16
2.5.4	Temperatuurmetings in die mondholte	17
2.5.5	Esofageale temperatuurmetings	17
2.5.6	Oortemperatuur	18
2.5.6.1	Timpaniesemembraantemperatuur	18
2.5.6.2	Oorkanaaltemperatuur	19

HOOFSTUK 3

	EKSPERIMENTELE PROTOKOL	21
3.1	Proefpersone	21
3.2	Apparaat	21
3.2.1	Termokoppels	21
3.2.1.1	Rektaaltermokoppel	21
3.2.1.2	Oorkanaaltermokoppel	22
3.2.1.3	Toets van termokoppels	23
3.2.2	Registrasiesisteem	23
3.2.3	Lugbevochtigter	23
3.2.4	Ergometer	23

INHOUDSOPGAWE (Vervolg)

3.3	Metode	22
-----	--------------	----

HOOFSTUK 4

RESULTATE	23	
4.1	Rektale temperatuur (T_r) en oorkanaaltemperatuur (T_o) van 20 proefpersone tydens fisiese arbeid	23
4.2	Rektale/oorkanaaltemperatuurverhouding (T_r/T_o) van 20 proefpersone tydens arbeid	23
4.3	Die invloed van 'n verhoogde omgewingstemperatuur op die rektale en oorkanaaltemperatuur tydens rus	23
4.4	Die invloed van 'n verhoogde omgewingstemperatuur op die rektale/oorkanaaltemperatuurverhouding tydens rus	24
4.5	Opsommend	24

HOOFSTUK 5

BESPREKING	35
------------------	----

LITERATUURLYS	38
---------------------	----

LYS VAN TABELLE

Tabel 1:	Gemiddelde rektale en oorkanaaltemperatuur, standaardafwykings en variansiekoëffisiënt waardes van 20 proefpersone tydens fisiese arbeid	25
----------	--	----

Tabel 2:	Gemiddelde T_r/T_o -verhouding, standaardafwykings en variansiekoëffisiënt waardes van 20 proefpersone tydens fisiese arbeid	27
----------	--	----

INHOUDSOPGAW (Vervolg)

Tabel 3:	Gemiddelde rektale en oorkanaaltemperatuur, standaardafwykings en variansiekoëffisiënt waardes van 10 proefpersone tydens rus. Kamertemperatuur word na 48 minute verhoog na 40 °C	29
Tabel 4:	Gemiddelde T_r/T_o -verhouding, standaardafwykings en variansiekoëffisiënt waardes van 10 proefpersone tydens rus. Kamertemperatuur word na 48 minute verhoog na 40 °C	32

LYS VAN FIGURE

Figuur 1:	Bloedvoorsiening van die oorkanaal	18
Figuur 2:	Diagramatiese voorstelling van (a) rektale termokoppel en (b) oorkanaaltermokoppel	21
Figuur 3:	Gemiddelde rektale en oorkanaaltemperatuur van 20 proefpersone tydens fisiese arbeid	26
Figuur 4:	Gemiddelde T_r/T_o -verhouding van 20 proefpersone tydens fisiese arbeid asook outokorrelasiepassings van die laaste 10 minute	28
Figuur 5:	Gemiddelde rektale en oorkanaaltemperatuur van 10 proefpersone tydens rus. Kamertemperatuur word na 48 minute verhoog na 40 °C	31
Figuur 6:	Gemiddelde T_r/T_o -verhouding van 10 proefpersone tydens rus. Kamertemperatuur word na 48 minute verhoog na 40 °C	34

HOOFSTUK 1

INLEIDING

Liggaamstemperatuur is 'n belangrike aspek van homeostase en is 'n belangrike aanduiding van die fisiologiese toestand waarin die liggaam verkeer.

Die mens word dikwels genoodsaak om in omgewings te werk waar uiterste temperatuurstoestande heers. Talle vervaardigingsprosesse die wêreld oor is van so 'n aard dat hitte in die proses vrygestel word. Prosesse soos kragopwekking en glasvervaardiging is maar enkeles van 'n wye reeks prosesse wat met ekstreme hitte gepaard gaan. Klimaatstoestande het ook temperatuuruiterses tot gevolg, waaraan die mens in sy werksomstandighede blootgestel word.

Tydens blootstelling aan hierdie toestande tree daar sekere meganismes in die liggaam in werking wat poog om die liggaam se temperatuur konstant te hou. Die temperatuurreguleringsstelsel is 'n tipiese voorbeeld van 'n biologiese beheerstelsel. Sensors, 'n beheersentrum en effekte kom voor. Die beheer word deur middel van negatiewe terugkoppeling uitgeoefen. Daar is egter perke in omgewingstemperatuur wat nie oorskry moet word nie. Indien hierdie perke oorskry word sal die liggaam die vermoë om 'n sekere temperatuur ($\pm 37\text{ }^{\circ}\text{C}$) te handhaaf verloor. Liggaamstemperatuur oftewel kerntemperatuur sal dan begin styg of daal (hiper of hipotermie) na gelang van die toestande waaraan dit blootgestel is.

Sekere fisiologiese afwykings kan voorkom as gevolg hiervan. Indien hierdie afwykings nie reggestel word nie kan dit nadelige gevolge hê en selfs die dood beteken.

Oor die algemeen is 'n toename in liggaamstemperatuur gevaarliker as 'n afname. Nie alle liggaamselle is ewe sensitief vir temperatuurskommeling nie en die breinselle is baie meer gevoelig as ander selle. Indien hipertermie ontstaan kan beskadiging van die brein en ontwinging van breinfunksies voorkom. Sodra rektaaltemperatuur bo $39,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ styg verloor die termoreguleringsstelsel sy reguleringsvermoë (Wyndham *et al.*, 1965). Breinskade tree in sodra rektaaltemperatuur hoër as $41\text{ }^{\circ}\text{C}$ styg (Ganong, 1983). Nier en lewerskade kan voorkom as hipertermie voortgesit word (Kew *et al.*, 1967).

Die meet van temperatuur in die dieperliggende dele van die liggaam is dus noodsaaklik om so 'n afwykende toestand vroegtydig te identifiseer en die nodige regstellende stappe te doen. Dit noodsaak dus die kontinue monitering van kerntemperatuur. Hierdie opnames moet die waarnemer in staat stel om 'n spesifieke persoon se kerntemperatuur voortdurend te moniteer. Tydens so 'n opname moet die praktiese uitvoerbaarheid daarvan sowel as ander aspekte soos pyn en ongerief in ag geneem word.

Die area wat gewoonlik gebruik word vir die bepaling van kerntemperatuur is die rektum.

Die inplaaas en gebruik van temperatuursensors in die rektum het in 'n toenemende mate eties onaanvaarbaar geword. Waar die rektale temperatuur meetmetode in die praktyk gebruik word, word ernstige probleme ondervind met werknemers wat volstrek weier dat rektale temperatuur metings op hulle gedoen word. Verskeie vakbonde en unies is ook nie ten gunste van rektale temperatuur metings nie.

Met inagneming van hierdie vereistes en die besware teen die rektale temperatuur meetmetode is daar besluit om die meet van oorkanaaltemperatuur as 'n alternatiewe metode te ondersoek.

Die doel van hierdie studie was om rektale en oorkanaaltemperatuur te vergelyk sodat 'n alternatief vir rektale temperatuur metings gevind kon word.

HOOFSTUK 2

LITERATUUROORSIG

2.1 BEHEER VAN LIGGAAMSTEMPERATUUR

Die term, termoregulering beteken dat daar verskeie meganismes in die liggaam bestaan wat die temperatuur in een of verskeie dele van die liggaam konstant hou, met die gevolg dat hierdie temperature binne sekere grense bly (Cabanac, 1975). Beheer van liggaamstemperatuur is belangrik vir verskeie prosesse in die liggaam, byvoorbeeld vir die optimale werkverrigting van ensieme in die liggaam (Meyer, 1979).

2.1.1 Senuweestrukture

Die sentrale senuweestrukture wat betrokke is by termoregulering is hoofsaaklik in die hipotalamusstreek van die brein geleë (Bligh, 1973; Crawshaw, 1980; Hardy, 1961). Die hipotalamus en die rugmurg word deur middel van senuweebane verbind met die vasomotoriese, respiratoriese en willekeurige motoriese sisteme. Tesame met die korteks en ander sentrale senuweestrukture speel bogenoemde dele 'n belangrike rol in termoregulering (Hardy, 1961).

2.1.2 Meganismes van temperatuurregulering

Die fisiologiese implikasies van termoregulering beteken die teenwoordigheid van temperatuur sensitiewe selle wat op temperatuurskommelinge reageer om 'n vaste stelpunt vir temperatuur te verskaf (Hardy, 1961). Vel en kerntemperature word gedurig in die liggaam gemonitor en word met die stelpunt vergelyk om sodoende willekeurige of autonomiese response teweeg te bring (Crawshaw, 1980).

Temperatuursensors is in die vel sowel as die kern van die liggaam teenwoordig (Cabanac, 1975). Hardy (1961) het aangetoon dat die abdomen en gesig elk ongeveer 21% van die liggaam se totale oppervlak sensors bevat. Reseptore vir hitte en koue kom albei in die vel voor (Bligh, 1973; Benziger, 1969).

Diepliggende reseptore kom hoofsaaklik in die rugmurg, hoër breinsentra, abdominale viscera en rondom die groot bloedvate voor (Cabanac, 1975).

Sensoriese inligting gaan vanaf hierdie sensors via afferente sensoriese na die preoptiese en posterior gedeeltes van die hipotalamus waar integrasie plaasvind om die hitte-reguleringsreaksie van die liggaam te bepaal (Hardy, 1961). Die algehele hitte-regulerende meganisme van die hipotalamus word ook somtyds die "hipotalamiese termostaat" genoem (Guyton, 1981).

Die beginsels van termoregulering berus op die negatiewe terugvoer meganisme (Bligh, 1973). Negatiewe terugvoer bestaan uit 'n reeks veranderinge in die teenoorgestelde rigting, wat liggaamstemperatuur laat terugkeer na 'n sekere stelpunt om sodoende liggaamstemperatuur en homeostase as 'n geheel te handhaaf. Die response is met ander woorde negatief ten opsigte van die stimulus (hipo of hipertermie) (Hardy, 1961).

Die autonome effektor meganismes vir temperatuurregulering behels (a) veranderinge in perifere bloedvloei (vasodilatasie en vasokonstriksie) (b) veranderinge in metaboliese hitteproduksie en (c) veranderinge in verlies van hitte as gevolg van verdamping (Hardy, 1961). Gedrag kan ook as 'n effektor meganisme gesien word, maar is willekeurig (Cabanac, 1975)

2.1.2.1 Hitteverlies

Die fisiese veranderinge waardeur hitteverlies vanaf die liggaam plaasvind bestaan uit konduksie, konveksie, radiasie en verdamping (Bligh, 1973).

Konduksie (geleiding) is die hitte-uitruiling wat plaasvind tussen voorwerpe met verskillende temperature, wat aan mekaar raak (Bligh, 1973). Met blootstelling aan hoë temperature kan konduktansie in die perifere weefsels tot ses keer verhoog by 'n rustende persoon terwyl dit twintig keer hoër kan wees tydens oefening (Hardy, 1961). Hierdie verhoging word hoofsaaklik deur vasodilatasie teweeggebring (Hardy, 1961).

Konveksie kan gedefinieër word as die beweging van hitte as gevolg van termiese gradiënte. Ekstrasellulêre hitte word deur die bloedstroom na die kapillêre netwerke geneem waar dit na die oppervlak van die vel en lugweë oorgedra word deur middel van konveksie. Die hoeveelheid konveksie wat vanaf die vel plaasvind, word in 'n groot mate deur lugbeweging beïnvloed. Die veltemperatuur bepaal die tempo van konvektiewe hitteverlies na die omgewing. Konveksie is ook 'n vasomotoriese respons en word hoofsaaklik deur bloedvloei in die vel beïnvloed wat weer deur die toestand van die vasomotoriese tonus bepaal word (Bligh, 1973).

Hitte-uitruiling deur middel van radiasie word hoofsaaklik deur 'n persoon se gedrag beheer (Bligh, 1973). Die eenvoudige tipe gedrag is 'n verandering van 'n persoon se liggaamsoriëntasie ten opsigte van die wind of son. Sodanige verandering in liggaamsoriëntasie kan 'n toename of afname in die oppervlak/massa verhouding teweegbring wat die hoeveelheid hitte-uitruiling wat tussen die liggaam en die omgewing plaasvind, verander (Cabanac, 1975). Hitte-uitruiling tussen die liggaam en omringende omgewing is nou verband aan die temperatuur van die twee mediums (Mitchell *et al.*, 1969).

Wanneer die omgewingstemperatuur sodanig toeneem dat afkoeling deur middel van konveksie en radiasie nie genoegsaam is nie, word sweat op die liggaamsoppervlak gesekreter en die verdamping van hierdie vog, tesame met vog afkomstig van die respiratoriese lugweë, lei tot verdere afkoeling (Hardy, 1961; Bligh, 1973). Die hoeveelheid hitte in die liggaam gestoor, gesondheidstoestand, geslag, ras en ouderdom is van die faktore wat 'n invloed kan hê op die hoeveelheid hitte wat deur verdamping verlore gaan (Cabanac, 1975).

2.1.2.2 Hitteproduksie

Verhoogde hitteproduksie as 'n vroeë respons op koue is een van die hoof meganismes wat ingespan word om 'n konstante liggaamstemperatuur te handhaaf (Hardy, 1961). Die vermoë van die liggaam om hitteproduksie te verhoog verseker dat 'n mens 'n konstante liggaamstemperatuur oor wye grense kan handhaaf (Bligh, 1973).

Tydens termoregulering vind veranderinge in perifere bloedvloei plaas as die proses van metaboliese hitteproduksie nie aktief of voldoende is nie (Bligh, 1973). Vasokonstriksie vind hoofsaaklik plaas in reaksie op koue. Dit het 'n verminderde hitteverlies vanaf die oppervlak van die liggaam tot gevolg en dra daartoe by dat die liggaam beter teen koue geïnsuleer word (Hardy, 1961).

Die endokriene stelsel speel ook 'n belangrike rol in die liggaam met blootstelling aan koue. Met blootstelling aan koue vind 'n toename in spierspanning plaas deurdat die adrenaal en tiroïedklier hormone sekreter. Die pituitêre klier word ook gestimuleer wat 'n verhoogde sekresie van tirotropiese en adrenokortikotropiese hormone teweegbring. Hierdie hormone werk in op hul onderskeie teikenorgane en stimuleer die sekresie van tiroksien en kortisol. Daar vind ook stimulering van die simpatiese senuweesisteem via die adrenaalmedulla plaas wat lei tot die sekresie van adrenalien en nor-adrenalien. Hierdie hormone oefen 'n invloed uit op die somatiese en viserale weefsels om 'n verhoging in metaboliese tempo teweeg te bring (Hardy, 1967).

Willekeurige reaksies op koue soos die inneem van voedsel, kleding en oriëntasie speel ook 'n rol by die instandhouding van liggaamstemperatuur (Cabanac, 1975).

2.2 HITTEVERSPREIDING IN DIE LIGGAAM

Hitteverspreiding in die liggaam kan in terme van lokale temperatuurgradiënte verduidelik word. Twee soorte gradiënte kom voor:

1. Lengteverlopende gradiënt
2. Radiale temperatuurgradiënt (Bruck, 1983)

Bogenoemde gradiënte kom voor as gevolg van 'n driedimensionele verspreiding van temperatuur in die liggaam. Skommeling wat in die liggaamstemperatuur voorkom as gevolg van eksterne temperatuurveranderinge is groter op die liggaamsoppervlak in die dieperliggende dele van die liggaam. Daar kan onderskei word tussen:

1. Poikilotermiese skil en
2. homeotermiese kern (Bruck, 1983).

Volgens Tsuji (1987) kan temperatuur in die rektum as kerntemperatuur gesien word en temperatuur wat in 'n mens se handpalms gemeet word as "skil"-temperatuur. Kerntemperatuurverskille is in die omgewing van $0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $1,2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Selfs in die brein bestaan 'n radiale temperatuurgradiënt van meer as $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ vanaf die sentrum tot by die korteks. Die hoogste temperature word in die rektum gevind (Bruck, 1983). Omdat die vel direk met die omgewing in aanraking is en die hooforgaan is waardeur die liggaam hitte verloor, is veltemperatuur in 'n mindere of meerdere mate laer as kerntemperatuur (Meyer, 1979). Volgens Meyer (1979) verskil liggaamstemperature ook na gelang van die tyd van die dag en is daar ook 'n verskil tussen die liggaamstemperature van kinders en volwassenes.

2.3 PATOFISIOLOGIE VAN TERMOREGULERING

Hittestres is die kombinasie van omgewings en fisiese faktore wat deel uitmaak van die totale hitte lading wat op die liggaam uitgeoefen word. Die omgewingsfaktore van hittestres bestaan uit lugtemperatuur, stralingshitte uitruiling, lugbeweging en waterdampdruk. Fisiese werk dra by tot die totale hittestres van die werk deurdat metaboliese hitte in die liggaam geproduseer word. Die hoeveelheid metaboliese hitte wat geproduseer word is direk eweredig aan die intensiteit van die werk (Alpaugh, 1971).

Die spanning wat die liggaam sodoende ervaar is die reeks fisiologiese reaksies op hittestres. Hierdie reaksies is 'n aanduiding van die graad van hittestres. Wanneer 'n persoon oormatige spanning ervaar, mag dit lei tot 'n gevoel van ongemak of distres by die individu wat uiteindelik tot 'n hittesiekte kan aanleiding gee. Die ernstigheidsgraad van die spanning is afhanklik van die omvang van die heersende stres, maar ook van die ouderdom, fiksheid, akklimatisasie en dehidrasie van die persoon. (Alpaugh, 1971; Strydom, 1971).

2.3.1 Skadelike effekte van hoë temperature

By 'n liggaamstemperatuur van 42 °C vind beskadiging van parenchiemselle plaas. Sterfte as gevolg van 'n hoë koors gaan gepaard met skeuring en degenerasie van parenchiemselle deur die hele liggaam. Die beskadiging van neuronselle is permanent aangesien dié selle nie weer vervang word nie. Beskadiging van die lewer, niere en ander organe in die liggaam kan so ernstig wees dat dit die dood veroorsaak selfs dae nadat hittesteek opgedoen is (Guyton, 1981).

2.3.2 Hitte-siektes

Die menslike liggaam het 'n beperkte kapasiteit om by uiterste temperature en humiditeitstoestande aan te pas. As hierdie beperkings oorskry word, kan dit hittesiektes soos byvoorbeeld hitte-uitslag, hittekrampe, hitte-uitputting en gevolglik hittesteek to gevolg hê. Soos wat die hittestres voortgesit word, word verstandelike funksies benadeel en kan die werker met verloop van tyd nie meer oordeel in watter toestand hy verkeer nie.

Hitte-uitslag is 'n inflammasiereaksie van die vel wat gewoonlik droog voorkom. Daar is geen ander newe-effekte as tydelike irritasie van die vel nie, alhoewel dit ongemak sal veroorsaak sodra werk in warm toestande voortgesit word. As sulke toestande voortduur kan dit velinfeksies veroorsaak. Sweet wat aanhoudend op die vel aanwesig is, veroorsaak dat selle rondom die sweetgaatjies opswel en sodoende die sweetgaatjies verstop. Die sweetgaatjies raak in so 'n mate verstop dat dit 'n afname in die sweettempo veroorsaak wat tot hittesteek aanleiding kan gee (Stewart, 1982).

Hittekrampe word veroorsaak deur 'n elektrolietwanbalans wat as gevolg van 'n oormatige verlies van liggaamsvloeistowwe ontstaan. Wanneer 'n persoon baie sweet, het dit lae vlakke van Natrium en Kalium in die ekstrasellulêre vloeistowwe tot gevolg wat die spiere krampagtig laat saamtrek (Stewart, 1982). Die krampe kom gewoonlik voor nadat die persoon hewig gesweet het en begin gewoonlik teen die einde van die skof (Strydom, 1978).

Hitte-uitputting gaan gewoonlik gepaard met hittefloute. Hierdie toestand word veroorsaak deur die onvermoë van die sirkulatoriese en termoregulerende sisteme van die liggaam om te voldoen aan die vereistes van werk in 'n warm omgewing (Stewardt, 1982). Die liggaam poog om van die oortollige hitte ontslae te raak deurdat die perifere bloedvate verwyd. Dit het 'n verminderde veneuse terugvloei na die hart tot gevolg wat die hart vinniger laat klop om sodoende hierdie bloed in sirkulasie te hou. Die pompaksie van die spiersametrekkinge wat normaalweg in die werkende spier voorkom, word gestaak. Dit veroorsaak dat die bloedtoevoer na die liggaam en veral na die brein nog verder verminder word, en duiseligheid of floute tree in (Strydom, 1978).

Die gevaarlikste toestand wat kan ontstaan tydens oormatige hitteblootstelling is hittesteek. Dit is ook bekend as sonsteek (Strydom, 1978). Sodra die hipotalamus oormatig verhit word, neem die temperatuurregulerings vermoë daarvan af en sweetsekresie word verminder (Guyton, 1981). In sulke gevalle ontwikkel die persoon 'n liggaamstemperatuur van 41 °C of hoër. Ander simptome van hittesteek is:

- 'n Buitengewone warm vel – dit kan droog of klam wees
- Verlies van beheer oor blaas en rektum
- Verlies van bewussyn met of sonder koma
- Spiersametrekkinge
- Pupille verwyd en oë is starend
- Gebrek aan oordeel (Strydom, 1978)

Persone wat hittesteek opdoen mag ernstige brein en nierskade opdoen indien die korrekte noodbehandeling nie toegepas word nie (Kew *et al.*, 1967).

2.3.3 Koors

Koors ontstaan as gevolg van 'n verhoogde hitteproduksie deur die beweproses wat gepaard gaan met maksimale vasokonstriksie van die perifere bloedvate gedurende siektetoestande. Gedurende hierdie tydperk is die normale termoregulerende effekte ten volle funksioneel, maar die temperatuur word op 'n hoër vlak gereguleer. 'n Verskuiwing van die "stelpunt" vir liggaamstemperatuur kom dus voor (Guyton, 1981).

2.4 TEMPERATUURMETINGSAPPARAAT

Kliniese en fisiologiese temperatuurmetings is daarop gemik om die kern- en perifere temperature van die liggaam te meet. Nóg die kern nóg die perifere temperatuur is ewe hoog deur die hele liggaam (Togawa, 1985).

Termometers wat vir die meting van kerntemperatuur gebruik word, moet gewoonlik temperatuurgrense van 35 °C tot 40 °C dek omdat die meeste fisiologiese en patologiese temperatuurvariasies binne hierdie perke is. In die geval van hipo- en hipertermie word 'n groter variasie vereis. Die termometer moet vinnig genoeg reageer om kerntemperatuurveranderinge te kan volg (Togawa, 1985).

2.4.1 Faktore wat 'n rol speel by die keuse van geskikte temperatuurmetingsapparaat volgens Cooper et al. (1977)

By die aankoop van geskikte apparaat vir temperatuurmetings en ten einde die beste resultate te verkry en die uitvoerbaarheid van die eksperiment te verseker, moet die volgende faktore in ag geneem word.

- (i) Grootte van die sensor
- (ii) Omvang van temperatuurmeting en grense
- (iii) Vermoë van die instrumente om die resultate weer te gee
- (iv) Veiligheid van die proefpersoon
- (v) Eenvoud en stabiliteit van kalibrasie
- (vi) Geskiktheid vir opnames tydens veldstudies
- (vii) Tipe omhulsel wat die sensoriese element bedek
- (viii) Geleiding van hitte langs die drade wat die sensor met die registrasieapparaat verbind
- (ix) Koste
- (x) Beweging van die proefpersoon
- (xi) Sterilisasie van die apparaat wat met die weefsel in aanraking kom
- (xii) Toekomstige gebruik

2.4.2 Kwiktermometers

Kwiktermometers is maklik om te hanteer, goedkoop en betroubaar (Togawa, 1985). Kwiktermometers het dit moontlik gemaak om maklike en akkurate liggaams-temperatuurmetings te doen.

Daar is egter verskeie situasies waar kwiktermometers onaanvaarbaar is omdat dit stadig reageer. Dit het verder 'n groot hittekapasiteit en die grootte van 'n kwiktermometer kan ook probleme skep (Togawa, 1985). Volgens Cooper *et al.* (1977) kan daar ook foute ontstaan as gevolg van die onakkurate plasing van die skaal in verhouding tot die kwikkolom. Dit is ook ongemaklik waar deurlopende liggaamstemperatuurmetings en dataprozessering deur middel van 'n rekenaar gedoen word (Togawa, 1985). Volgens Notani-Sharma *et al.* (1980) is kwikkontaminasie ook 'n ernstige probleem in hospitale.

2.4.3 Termoëlektriese toestelle (termokoppels)

Die funksionering van termokoppels berus op die beginsel van 'n elektriese potensiaal wat oor die grense ontstaan as twee verskillende metale aan mekaar gekoppel word. Hierdie potensiaal staan bekend as die kontakpotensiaal. Wanneer twee drade van verskillende metale by beide punte aan mekaar gekoppel word, sal geen stroom vloei nie. Die potensiale wat so opgewek word, is gelyk aan mekaar met teenoorgestelde ladings mits die twee aansluitings by dieselfde temperatuur is. As die twee aansluitings in die metaalstroombaan by verskillende temperature is, sal 'n netto EMK ontstaan wat 'n stroom sal laat vloei (Carnochan *et al.*, 1986).

Die termiese EMK wat verantwoordelik is vir die stroomvloei is afhanklik van die tipe metale wat betrokke is. Dit is ook eweredig aan die temperatuurverskille tussen die twee aansluitings (Cooper *et al.*, 1977).

Die termoëlektriese EMK kan dan gemeet word deur die stroombaan by een van die drade te breek en die potensiaalverskil tussen die twee punte met behulp van 'n hoë-impedansie-voltmeter te bepaal. As die een aansluiting ("koue aansluiting") by 'n konstante temperatuur gehou word (gewoonlik 0 °C), dan is die variasie van termoëlektriese EMK wat met die wisselende temperatuur van die ander aansluiting ("warm aansluiting") gepaard gaan 'n direkte maatstaf van die temperatuur. Die "warm aansluiting" kan dan beskou word as 'n enkele temperatuursensor wat van twee drade van verskillende metale gemaak is (Carnochan *et al.*, 1986).

2.4.3.1 Voordele

- (1) Dit kan van drade van enige dikte gemaak word en kan dus baie fyn wees.
- (2) Eenvoudige of ingewikkelde apparate kan gebruik word.
- (3) Dit kan maklik in die laboratorium vervaardig word en kalibrering bly konstant.
- (4) Dit reageer vinnig.
- (5) Dit is relatief sterk.
- (6) Dit kan maklik gemonteer word.
- (7) Dit is goedkoop en weggoibaar (Cooper et al., 1977).

2.4.3.2 Nadele

- (1) Die noodsaaklikheid van 'n baie konstante temperatuurtoestel waarin die verwysingsaansluiting so ingestel word dat die termoëlektriese EMK slegs eweredig sal wees aan veranderinge in die temperatuur van die metingsaansluiting.
- (2) Dit lewer 'n lae stroom per verandering in temperatuur.
- (3) Dit is gevoelig vir elektriese geraas (Cooper et al., 1977).

2.4.4 Termoweerstandstoestelle (termistors)

Die verandering in elektriese weerstand van sekere halfgeleiers en metale is die basis waarop die werking van termoweerstandstoestelle berus. Die temperatuurkoëffisiënt van weerstand hang af van die tipe materiaal en kan positief of negatief wees (Cooper et al., 1977). In sommige gevalle is dit selfs so hoog as -4 °C binne die omvang van liggaamstemperatuurgrense (Togawa, 1985).

Termistors is termies-sensitiewe weerstande. Dit bestaan uit 'n kombinasie van halfgeleiers wat op hul beurt uit 'n aantal metaaloksiede bestaan. Dit het gewoonlik 'n groot negatiewe temperatuurkoëffisiënt vir weerstand. Oksiede van onder andere Ni, Co, Fe en Zn word vir die vervaardiging daarvan gebruik. Die standaardverlengstuk word gewoonlik bedek met 'n vinyl-omhulsel (Cooper et al., 1977).

2.4.4.1 Voordele

- (1) Dit reageer vinnig op veranderinge in temperatuur.
- (2) Dit is sensitief.
- (3) Dit kan met lang verlengstukke gebruik word.
- (4) Dit het 'n lang leeftyd.
- (5) Dit gee 'n akkurate aanduiding van temperatuur.
- (6) Dun buigbare sensors is beskikbaar.

2.4.4.2 Nadele

- (1) Die tydsduur van die lesing.
- (2) Weerstandskenmerke verander met veroudering.
- (3) Nie-lineêre variasies in weerstand word verkry.
- (4) Variasies kan voorkom tussen sensors wat nie by mekaar pas nie.
- (5) Selfverhitting kan voorkom (Cooper et al., 1977).

2.5 DIE MEET VAN LIGGAAMSTEMPERATUUR

Temperatuurmetings is noodsaaklik om vas te stel of enige afwykende toestande voorkom tydens arbeid. Dit is ook noodsaaklik vir die diagnoseering van sekere siektetoestande.

By die meting van kerntemperatuur moet die plek van meting aan die volgende vereistes voldoen.

- (1) Metings moet gemaklik, skadeloos en pynloos wees.
- (2) Temperatuur by die plek van meting moet nie deur lokale bloedvloei beïnvloed word nie.

- (3) Temperatuurveranderinge by die plek van meting moet kwantitatief en vinnig die veranderinge in arteriële bloedtemperatuur reflekteer.
- (4) Metings moet op plekke gedoen word wat as verteenwoordigend van die liggaamskern gesien kan word (Bruck, 1983).

2.5.1 Historiese oorsig

Van die vroegste tye af het die mens se liggaamstemperatuur as gids gedien vir die diagnose en behandeling van siektes. In 1885 het Aronsohn en Sachs die ontdekking van 'n hitesensitiewe sentrum in die anterior gedeelte van die hipotalamus aangekondig. Dit is beskou as 'n baie belangrike gedeelte in die fisiese termoregulering teen "oorverhitting" in warm omgewings. 'n Kwarteeu later het Isenschmidt en Krehl 'n tweede sentrum in die posterior gedeelte van die hipotalamus ontdek en dit beskou as 'n belangrike gedeelte van chemiese termoregulering in koue (Benzinger, 1969).

Die meting van liggaamstemperatuur het reeds so vroeg as 1700 V.C. begin. Die "Edwin Smith Surgical Papyrus" het die meet van liggaamstemperatuur as 'n aanraking van die liggaamsoppervlakte beskryf. Hierdie metode sou vir die volgende 3 400 jaar gebruik word. Die eerste werklike opnames om termiese veranderinge te kwantifiseer is in die tweede eeu deur Heron van Alexandrië gemaak (Dominguez *et al.*, 1987). Heron het die termoskoop uitgevind, wat 'n glasinstrument was met 'n kolom water wat verplaas word in verhouding met die hoeveelheid hitte wat aangewend word. Hierdie uitvindsel het egter nie op die voorgrond getree nie en het eers in die tydperk tussen 1592 en 1597 bekend geword toe Galileo Galilei die termoskoop aan die moderne wetenskap herbekendstel. Sanctorio Sanctorius, 'n mediese professor by Padua, het 'n termoskoop van skaalindelings voorsien en sodoende die eerste termometer vervaardig. Sanctorius was die eerste persoon wat die termometer gebruik het om die liggaamstemperatuur van die mens in siekte- en gesondheidstoestande te meet. Hy het dus die variasie wat in liggaamstemperatuur wat by koorstoestande voorkom gekwantifiseer (Dominguez *et al.*, 1987).

Verskeie tegniese verbeteringe is gedurende die volgende 100 jaar aangebring, bv. die afseël van die termometer deur Ferdinand II Hertog van Toskane in 1641 en die bepaling van konstante verwysingspunte deur kwik as indeksvloeistof te gebruik deur Gabriel Fahrenheit in 1714. Fahrenheit het 'n gestandaardiseerde en herproduseerbare skaal ontwerp, wat 'n voorvereiste is vir enige betekenisvolle vergelyking van liggaamstemperatuur. Tot en met 1748 was die meeste wetenskaplikes onder die indruk dat atmosferiese temperatuur 'n beter kliniese aanwyser as liggaamstemperatuur is. Hulle het geglo dat die simptome van koors vererger word gedurende 'n warm dag en dat die simptome minder ernstig is gedurende koue dae.

Twee Amerikaanse wetenskaplikes het later bevind dat liggaamstemperatuur onafhanklik is van atmosferiese temperatuur. In 1775 het Britse wetenskaplikes bewys dat liggaamstemperatuur konstant bly ongeag die omgewingstemperatuur (Dominguez *et al.*, 1987).

In die tydperk daarna is meer studies oor koors gedoen. In 1868 het Carl Reinhold August Wunderlich, 'n mediese professor, getoon dat 'n liggaamstemperatuur van 97,25 °F tot 99,50 °F 'n toestand van goeie gesondheid beteken. Enige temperatuur buite hierdie grense is beskou as 'n aanduiding dat een of ander siektetoestand teenwoordig is. In 1886 het William Draper 'n kaart ontwikkel wat die respirasie en harttempo by verskillende temperature grafies aantoon. Edward Seguin het dit die sogenaamde "vital signs" genoem. Austin Flint van die Bellevue-hospitaal het getoon dat termometrie goed gebruik kan word om tussen verskillende siektes te onderskei. (Dominguez *et al.*, 1987).

In die begin van 1872 het die bestudering van hierdie sogenaamde "vital signs" deel geword van kliniese praktyke in verskeie hospitale in Amerika en Engeland. Na die jaar 1876 het verslae in verband met vooruitgang in die ontwerp, produksie en bemarking van die termometer die literatuur oorheers. Teen die einde van die 19de eeu het Amerikaanse vervaardigers groot getalle hoogs gestandaardiseerde termometers geproduseer en sodoende die wydverspreide toepassing van termometrie moontlik gemaak. Vanaf die eerste tydperk van liggaamstemperatuurmetings in 1748 het 'n eeu verloop voordat termometrie aanvaar is as 'n roetine deel van die daaglikse behandeling van pasiënte (Dominguez *et al.*, 1987).

Met meer gesofistikeerde apparaat soos termokoppels en termistors kan die meet van liggaamstemperatuur vandag baie akkuraat gedoen word. Dit maak kontinue meting van liggaamstemperatuur moontlik.

2.5.2 Belangrike aspekte tydens temperatuurmetings

Tydens die meting van liggaamstemperatuur is dit belangrik om op die volgende te let:

- (1) Die doel van die temperatuurmeting.
- (2) Die moontlike foute wat deur die metingstegniek veroorsaak word, moet bepaal word.
- (3) 'n Metode en plek moet gekies word wat temperature die beste weerspieël en wat die nouste verwant is aan die betrokke fisiologiese veranderlikes.
- (4) Die metode waarvolgens kerntemperatuur gemeet word, moet van so 'n aard wees dat dit 'n akkurate weergawe van die hipotalamiese temperatuur is (Togawa, 1985).

- (5) Ander faktore:
- (i) As dit belangrik is dat vergelykende studies verkry moet word, moet sirkadiese ritmes in ag geneem word deur opnames op dieselfde tyd van elke dag te maak.
 - (ii) Pirogene beïnvloed ook hipotalamiese sensors omdat die opwekking van aksiepotensiale geïnhibeer word, wat belangrike termoregulerende response onderdruk.
 - (iii) Geneeskundige middels soos bv. aspirien het 'n stimulerende invloed op neurone.
 - (iv) Chemiese faktore soos bv. hormone wat met ovulasie vrygestel word, veroorsaak 'n verhoging in temperatuur (Benzinger, 1967).

2.5.3 Rektale temperatuur

Rektale temperatuurmetings is die algemeenste metode om kerntemperatuur te meet. Termistors, termokoppels en kwiktermometers word tydens dié metings gebruik en die diepte van plasing wissel van 8 cm tot 15 cm (Togawa, 1985).

Sover dit bekend is kom geen termoreseptore in die rektum voor nie en rektale temperatuurlesings is normaalweg hoër as die sentrale temperatuur (Benzinger, 1969). Ten spyte van bogenoemde feite beskou die meeste navorsers die rektale meetmetode nog steeds as die akkuraatste (Blumenthal, 1985).

Proefpersone kla gewoonlik oor ongemak en die verleentheid wat deur die metode veroorsaak word en baie mense beskou dit as eties onaanvaarbaar (Benzinger, 1969). Die British Medical Journal van 1970 beskryf die rektale meetplek as onhigiënies, onnodig en gevaarlik (Blumenthal, 1985). Volgens Cooper *et al.*, (1977) bestaan die gevaar dat die rektum of kolon deur die sensoriese apparaat geperforeer kan word. Dit het al gebeur dat glastermometers breek terwyl temperatuurmetings in die rektum gedoen word. Dit hou gewoonlik 'n gevaar in omdat kwikvergiftiging ernstige gevolge kan hê en inwendige beserings kan voorkom (Notani-Sharma, 1980).

Bogenoemde nadele het dit noodsaaklik gemaak om 'n alternatiewe metode vir kerntemperatuurmetings te vind.

2.5.4 Temperatuurmetings in die mondholte

In die meeste gevalle word die sensoriese apparaat onder die tong geplaas en na agter beweeg totdat dit in die holte by die basis van die tong geleë is (Cooper et al., 1977).

Die inneem van koue voedsel en drank kan 'n invloed hê op die mondtemperatuur (Schmidt & Thews, 1983; Sugarek, 1986). Volgens Sugarek (1986) kan die gemete mondtemperatuur 3,1 °F laer wees as die ware mondtemperatuur. Tydens die inaseming van lug met 'n hoë natboltemperatuur styg die temperatuur van die mondweefsel, wat lei tot 'n onakkurate lesing (Deno et al., 1985). Dit is ook moeilik om die sensor elke keer in dieselfde posisie in die mondholte te plaas as temperatuur gemeet word. Speeksel en ook respiratoriese bewegings, veral gedurende oefening, kan die lesings belemmer. Die proefpersoon kan gedurende die meting ook nie met die waarnemer praat nie (Cooper et al., 1977).

2.5.5 Esofageale temperatuurmetings

In die meeste gevalle word van 'n kateter gebruik gemaak wat deur die neusholte ingedruk word tot bo die diafragma (Saltin & Hermansen, 1966; Shiraki et al., 1986; Cooper et al., 1977).

Esofageale temperatuur volg arteriële en hartbloedtemperature noukeurig en sonder vertraging (Brenngelmann et al., 1979; Shiraki et al., 1986). Volgens Shiraki et al. (1986) voldoen esofageale temperatuur aan al die vereistes vir geskikte kerntemperatuurmetings.

Pasiënte weier egter soms dat esofageale temperatuurmetings op hulle gedoen word (Benzinger, 1969). Sekere pasiënte kan nie die temperatuursensor in die esofagus verdra nie, terwyl dit vir ander geen probleem is nie (Whitby & Dunkin, 1968). Volgens Kaufman (1987) is daar ook groot laterale temperatuurverskille by party plekke in die esofagus. Daar is temperatuurverskille by die linker-, middel- en regterwand van die esofagus gevind (Kaufman, 1987). Indien die temperatuursensor te hoog geplaas word sal 'n lae temperatuur gemeet word en as dit laer af in die esofagus geplaas word, sal 'n hoër temperatuur gemeet word (Brenngelmann et al., 1979).

Die posisie van die temperatuursensor moet dus noukeurig gemonitor word. X-strale kan gebruik word om die posisie te bevestig. Die nadeel hieraan verbonde is dat die persoon aan bestraling blootgestel word (Brenzelmann et al., 1979; Saltin & Hermansen, 1976). As 'n kateter gebruik word en deur die neusholte tot by 'n voorafbepaalde merk ingedruk word, kan die kateter 'n 180 ° draai maak en in werklikheid opwaarts beweeg terwyl dit ingedruk word (Benzinger, 1969). Brenzelmann et al. (1979) het die posisie bepaal deur van elektrokardiogramme gebruik te maak. 'n EKG-sensorelektrode wat in die kateter ingebou word, registreer die elektrokardiogramme. Die vorm van die elektrokardiogramme is 'n aanduiding van die diepte van die kateter. Die moontlikheid bestaan dus om die plasing akkuraat met behulp van X-strale te doen maar dit is ongeskik vir herhaalde gebruik en veldstudies.

2.5.6 Oortemperatuur

Temperatuur word op twee plekke in die oor gemeet, nl. in die oorkanaal en teen die timpaniese membraan.

2.5.6.1 Timpaniesemembraantemperatuur

Timpaniesemembraantemperatuur word gemeet deur die oorlel af te trek en die sensor in te druk totdat kontak met die timpaniesemembraan gemaak word (Cooper et al., 1977).

Volgens Brinnet et al., (1985) is dit die beste indeks van intrakraniale temperatuur. Dit het goeie bloedvoorsiening vanaf die posterior aurikulêre en interkapillêre takke van die eksterne karotisarterie (Cooper et al., 1977; Greenleaf & Castle, 1972).

Die timpaniesemembraanmetode het egter praktiese nadele (Cooper et al., 1977). Die gevaar bestaan dat die timpaniese membraan deur die sensoriese apparaat geperforeer sal word (Cooper et al., 1977; Shiraki et al., 1986). Temperatuurmetings teen die timpaniese membraan moet dus verkieslik deur 'n geneesheer gedoen word. Volgens Greenleaf & Castle (1972) het die omgewingstemperatuur 'n direkte invloed op timpaniesemembraantemperatuur. Dit is ook moeilik om druk op die timpaniese membraan en gepaardgaande pyn te voorkom as die proefpersoon moet beweeg (Brenzelmann et al., 1979).

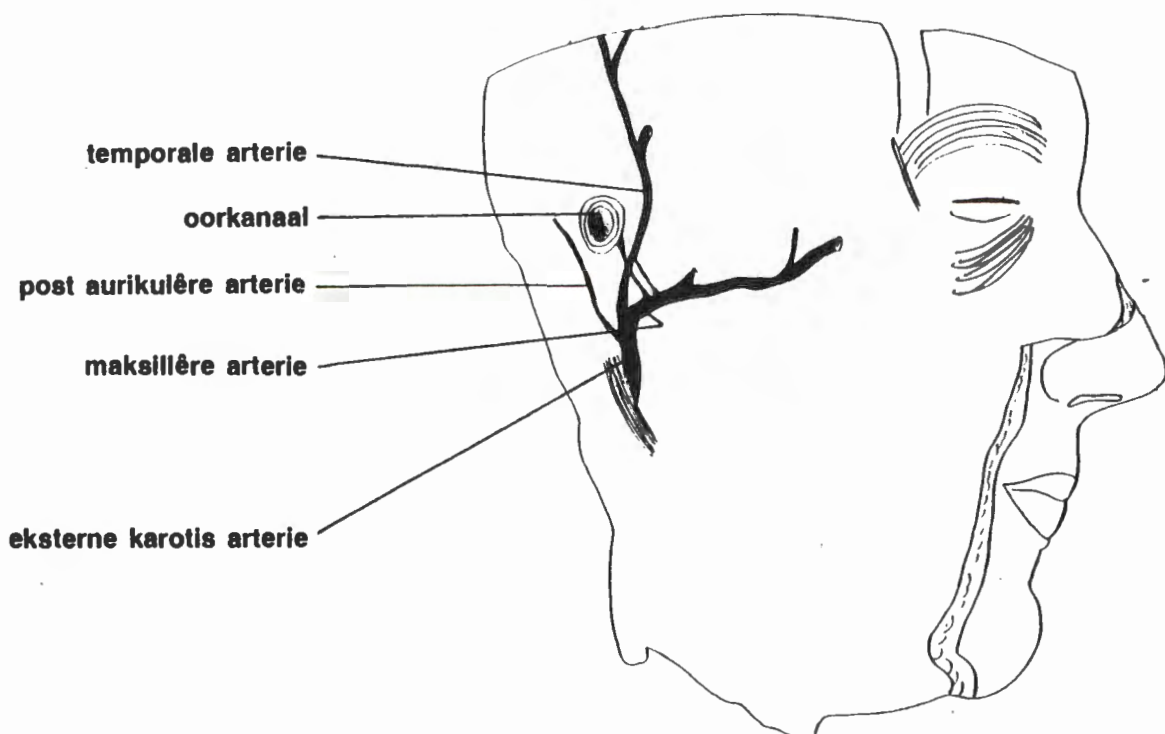
Dit sou dus moeilik wees om timpaniesemembraantemperatuur tydens roetinstudies te meet, veral waar die proefpersoon arbeid verrig.

2.5.6.2 Oorkanaaltemperatuur

As temperatuur in die oorkanaal gemeet word, word die sensor in die oorkanaal geplaas en word dit gewoonlik bedek met isolasimateriaal soos watte of skuimrubber (Cooper *et al.*, 1964). 'n Ander metode wat gebruik word, is die maak van 'n gietstuk van die persoon se oorkanaal. Die meetapparaat (gewoonlik 'n termokoppel of termistor) word dan in die gietstuk ingebou. Die meettoestel wat so gemaak is, pas dan perfek in die proefpersoon se oorkanaal (Greenleaf & Castle, 1972; Williams & Thompson, 1948).

Volgens Cooper *et al.* (1964) het die oorkanaaltemperatuur min nadele maar besliste voordele. Die risiko van pyn en ongemak word verminder (Brenzelmann *et al.*, 1979). Die meetproses word nie deur die proefpersoon se beweging beïnvloed nie (Cooper *et al.*, 1977). Tydens 'n studie wat deur Williams & Thompson (1948) uitgevoer is, is die oorkanaaltemperatuur gemeet terwyl die proefpersone geslaap het.

Die oop- en toemaak van die mond, wat essensieel is vir kommunikasie tydens roetinstudies, beïnvloed ook nie die temperatuurmetings wat in die oor gedoen word nie. Min tegniese probleme word tydens die meetproses ondervind en dit kan ook gebruik word by persone wat ernstig siek of gedeeltelik bewusteloos is. Volgens Cooper *et al.* (1964) is dit ook 'n betroubare aanduiding van bloedtemperatuurveranderinge.



Figuur 1: Bloedvoorsiening van die oorkanaal (nagetek uit Wolf-Heidegger, 1972).

Die bloedvate wat die oorkanaal van bloed voorsien is vertakings van die posterior aunkulêre, die maksillêre en die temporale arteries (Greenleaf & Castle, 1972). Sien figuur 1. Volgens Cooper *et al.* (1964) en Greenleaf & Castle (1972) het die metode die nadeel dat daar 'n temperatuurgradiënt in die oorkanaal bestaan. Mazzoni & Ricci (1985) het verskille van tot 3,5 °C in die oorkanaal gemeet. Metings word ook deur lokale verkoeling van die gesig beïnvloed (Cooper *et al.*, 1977). Die oorkanaal word omring deur kraakbeen, die timpaniese membraan en gedeeltes van die temporale been en is uitgevoer met vel. Algemene veranderinge in veltemperatuur kan moontlik in die oorkanaal gereflekteer word (Greenleaf & Castle, 1972).

Volgens Greenleaf & Castle (1972) kan oorkanaaltemperatuur nie gebruik word as 'n bepaling van kerntemperatuur nie, maar kan dit wel gebruik word om die gemiddelde liggaamstemperatuur te bepaal tydens veldstudies waar akkurate bepalings nie noodsaaklik is nie.

Keatinge & Sloan (1975) het aangetoon dat oorkanaaltemperatuur die sentraal liggaamstemperatuur vinniger as rektale temperatuur volg en net so vinnig as esofageale temperatuur.

Resultate toon dat oorkanaaltemperatuur moontlik geskik is vir die meet van kerntemperatuur en regverdig dus verdere ondersoek. Daar is dus besluit om oorkanaaltemperatuur as alternatief vir rektale temperatuur te ondersoek.

HOOFSTUK 3

EKSPERIMENTELE PROTOKOL

3.1 PROEFPERSONE

30 Manlike proefpersone het aan die studie deelgeneem. Die gemiddelde ouderdom was 23 jaar. Geen medikasie is gebruik nie. Die gemiddelde lengte en massa was 1,76 m en 78,7 kg onderskeidelik. Die liggaamsoppervlakte is met behulp van die volgende formule bereken (Diem, 1962).

$$O = G^{0,425} \times L^{0,725} \times 71,84$$

O = liggaamsoppervlakte in vierkante sentimeter

G = massa in kilogram

L = lengte in sentimeter

$$\begin{aligned} \therefore O &= 78,7^{0,425} \times 176^{0,725} \times 71,84 \\ &= 19505 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

3.2 APPARAAT

3.2.1 Termokoppels

Koperkonstantaantermokoppels is gebruik.

3.2.1.1 Rektaaltermokoppel

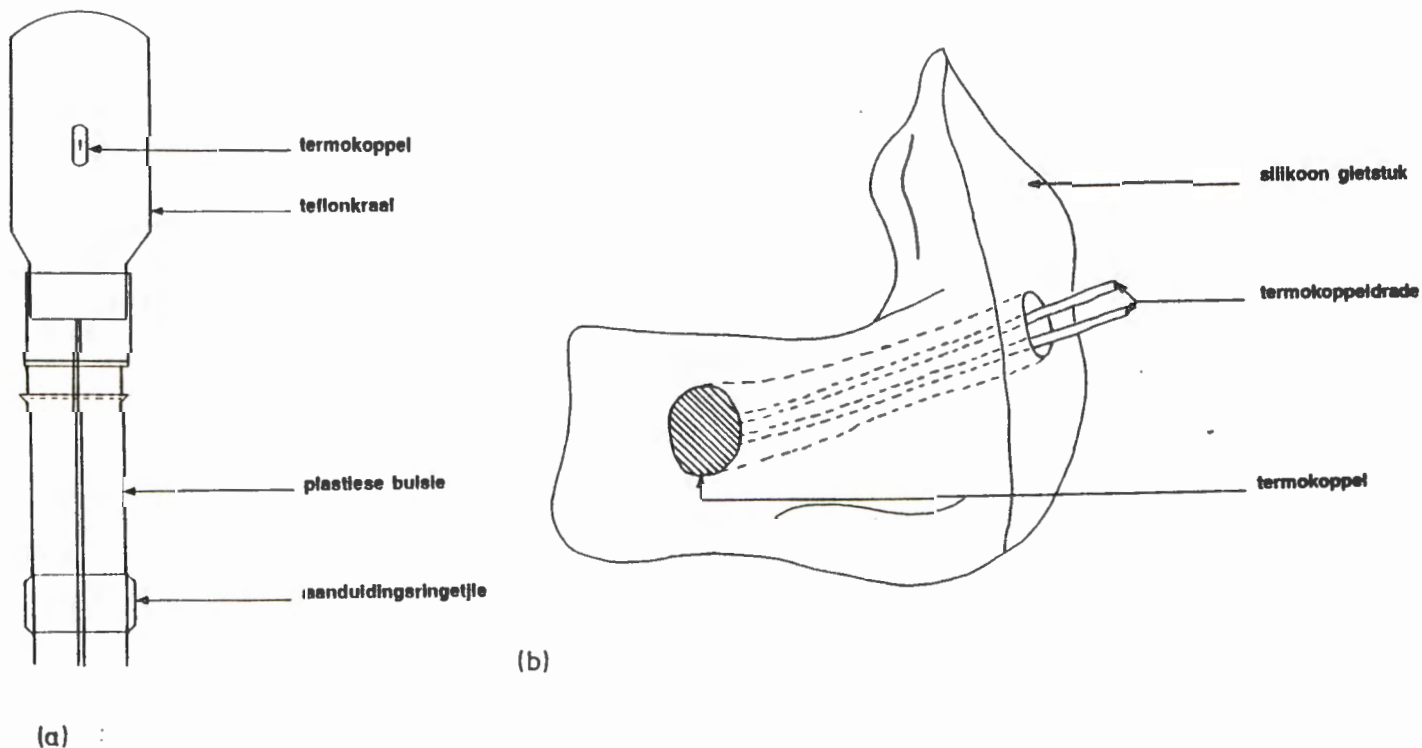
Die tipe rektaaltermokoppel wat algemeen gebruik word is styf, hard en het min elasticiteit en veroorsaak 'n groot mate van ongerief. Dit veroorsaak irritasie van die gladdespier, wat kontrakisie tot gevolg het. Die termokoppel word gevolglik uitgewerp. Buiten die ongerief wat dit veroorsaak bestaan die gevaar dat die kolon geperforeer kan word. Daar is besluit om 'n termokoppel te ontwikkel wat hierdie probleme uitskakel. Die termokoppel is in 'n teflonkraal ingebou. Die oppervlak is nie ontbloot nie, maar bedek sodat dit nie pyn of ongemak veroorsaak nie. 'n Buigbare plastiekbuisie waarmee die termokoppel ingeplaas word, pas oor die onderkant van die termokoppel. Sien figuur 2. 'n Klein ringetjie is 11 cm van die termokoppel op die plastiese buisie aangebring. Hierdie ringetjie is vir die proefpersoon 'n aanduiding van die diepte waartoe die termokoppel ingeplaas moet word. Na inplasing van die termokoppel word die plastiese buisie en ringetjie verwyder.

Dit is dus net die teflonkraal en termokoppeldrade wat in die rektum agterbly. Geen ongemak word tydens die gebruik van die termokoppel ervaar nie en die proefpersone kan vrylik rondbeweeg, in so 'n mate dat arbeid op 'n trapklimergometer of op 'n fietsergometer verrig kan word.

3.2.1.2 Oorkanaaltermokoppel

Tydens 'n vorige studie is die termokoppel in 'n skuimrubberprop ingebou wat deur middel van die vingers platgedruk en ongeveer 1 cm – 1,5 cm in die oorkanaal ingeplaas is. Sodra die termokoppel ingeplaas is, het dit uitgesit en die vorm van die oorkanaal aangeneem. Hierdie toestel het egter pyn en ongerief veroorsaak en na 'n paar minute begin uitbeweeg.

Met hierdie studie is silikoonrubberafdrucke van elke proefpersoon se oorkanaal gemaak. 'n Silikoonbasis en katalisator is in die oor gespuit. Dit neem die vorm van die oorkanaal aan en stol na ongeveer vyf minute. Hierdie afdruk is volkome elasties en word maklik ingeplaas en uitgehaal. Termokoppels is in die silikoonafdrucke ingebou. Hierdie oorproppe het geen pyn en ongerief veroorsaak nie. Sien figuur 2.



Figuur 2: Diagramatiese voorstelling van (a) rektale termokoppel (b) oorkanaaltermokoppel

3.2.1.3 Toets van termokoppels

Alle termokoppels is voor gebruik by verskillende temperature in 'n waterbad getoets om te verseker dat dit goed funksioneer.

3.2.2 Registrasie sisteem

'n Hewlett-Packard 3421A Data-versamelings-sisteem en -rekenaar is gebruik om die temperature te registreer. Die sisteem is spesiaal aangepas om koperkonstantaantermokoppels te gebruik en besit 'n ingeboude verwysingspunt (Opsie 20).

3.2.3 Lugbevogtiger

'n Defensor 505-lugbevogtiger is gebruik om 'n konstante relatiewe humiditeit van 50% te verseker. Droë lug tydens fisiese aktiwiteit kan beskadiging van die slymvliese in die lugweë veroorsaak (Grandjean, 1986). 'n Vogtige omgewing is ook wenslik indien 'n vinnige toename in liggaamstemperatuur tydens arbeid vereis word.

3.2.4 Ergometer

Arbeid is op 'n Monark-fietsergometer verrig teen 'n arbeidslading van 75 watt.

3.3 METODE

Die eksperiment het uit twee fases bestaan. Tydens die eerste fase is daar van 20 proefpersone gebruik gemaak. Die studie is by 'n omgewingstemperatuur van 26 °C, en 'n relatiewe humiditeit van 50% gedoen.

Kerntemperature is verhoog deur arbeid op 'n fietsergometer te verrig teen 'n arbeidslading van 75 Watt. Arbeid is gestaak 15 minute nadat stygings in oorkanaaltemperatuur en rektale temperatuur afgeneem het en 'n plato bereik is.

Tydens die tweede fase is daar van 10 proefpersone gebruik gemaak. Die proefpersone is toegelaat om te ontspan totdat rektale en oorkanaaltemperatures konstant gebly het. Hierna het die proefpersone in 'n klimaatkamer met 'n omgewingstemperatuur van ± 40 °C inbeweeg. Die proefpersone het vir 'n tydperk van 25 minute by hierdie temperatuur gebly. Rektale en oorkanaaltemperatures is elke 20 sekondes geregistreer. Gedurende hierdie tydperk is die registrasieapparaat buite die klimaatkamer gelaat om te verseker dat die registrasieapparaat nie deur die hoë temperatuur beïnvloed word nie.

HOOFSTUK 4

RESULTATE

4.1 Rektale temperatuur (T_r) en oorkanaaltemperatuur (T_o) van 20 proefpersone tydens fisiese arbeid

In figuur 3 word die gemiddelde rektale en oorkanaaltemperatuur van 20 proefpersone aangedui. Met die aanvang van die fisiese arbeid is rektale en oorkanaaltemperatuur 37,32 °C en 35,60 °C onderskeidelik. Na 26 minute stabiliseer rektale en oorkanaaltemperatuur op 38,02 °C en 37,40 °C onderskeidelik. Hierdie vlakke bly konstant tot aan die einde van 38 minute.

4.2 Rektale/oorkanaaltemperatuurverhouding (T_r/T_o) van 20 proefpersone tydens arbeid

In figuur 4 word die verhoging van die T_r/T_o -verhouding tydens fisiese arbeid aangedui. Die gemiddelde T_r/T_o -verhouding van 20 proefpersone word getoon. Direk na inplasing van die termokoppels is die T_r/T_o -verhouding 1,0489, waarna dit tydens die eerste 26 minute van arbeid daal en dan konstant bly op 1,0171. Tydens die laaste 12 minute het die standaardafwyking van die gemiddelde verhouding gewissel tussen 0,0068 en 0,0060. Die variansiekoëffisiënt het gewissel tussen 0,666 en 0,586. Outokorrelasie passings toon dat met 95% sekerheid voorspel kan word dat alle T_r/T_o -verhoudings na 32 minute tussen 1,0168 en 1,0178 sal val. Sien figuur 4.

4.3 Die invloed van 'n verhoogde omgewingstemperatuur op die rektaal en oorkanaaltemperatuur tydens rus

In figuur 5 word die gemiddelde rektale en oorkanaaltemperatuur van 10 proefpersone tydens rus aangedui. Rektale temperatuur is aanvanklik 37,54 °C en bereik na 14 minute 'n plato op 37,61 °C. 'n Geleidelike toename van 37,57 °C tot 37,59 °C word tydens die verhoging van omgewingstemperatuur (40 °C) waargeneem.

Oorkanaaltemperatuur styg binne 48 minute van 35,22 °C tot 36,82 °C. Die blootstelling van die proefpersone aan 'n omgewingstemperatuur van 40 °C het 'n opvallende toename in oorkanaaltemperatuur na 48 minute tot gevolg. Gedurende die blootstellingstydperk styg die oorkanaaltemperatuur van 36,82 °C tot 37,18 °C.

4.4 Die invloed van 'n verhoogde omgewingstemperatuur op die rektale/oorkanaaltemperatuurverhouding tydens rus

In figuur 6 word die gemiddelde rektale/oorkanaaltemperatuurverhouding van 10 proefpersone tydens rus aangedui. Kerntemperatuur word na 48 minute verhoog na 40 °C. Die T_r/T_o -verhouding is aanvanklik 1,0658 en bereik na 38 minute 'n effense plato by 1,020.

Hierna word 'n volgehoue daling ondervind totdat dit na 88 minute 1,0085 is.

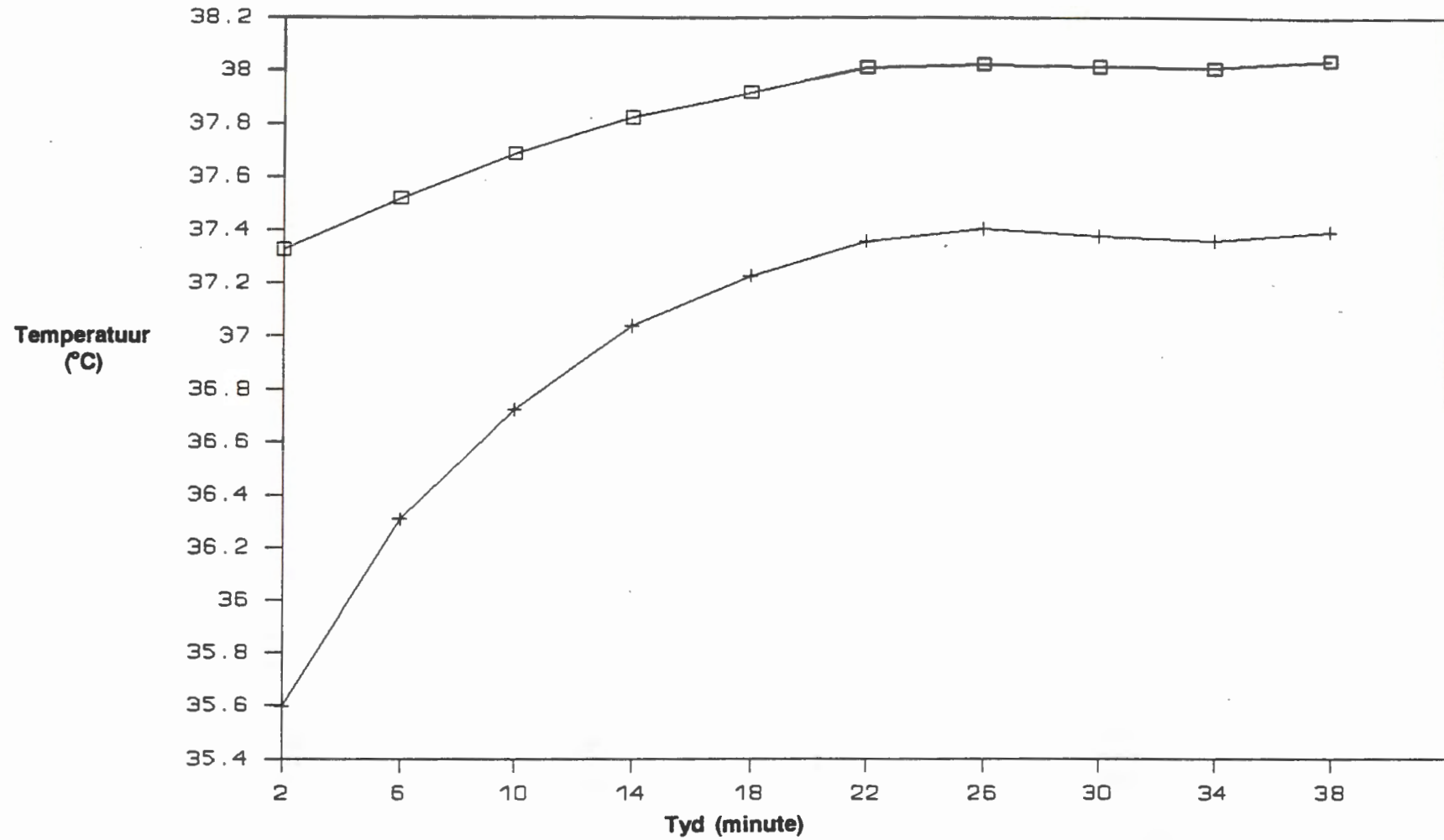
4.5 Opsommend

Tydens fisiese arbeid is daar aanvanklik 'n groot verskil in oorkanaal- en rektale temperature. Die verskil word met die verloop van tyd kleiner en die rektale en oorkanaaltemperatuur stabiliseer na 26 minute op gemiddeld 38,02 °C en 37,40 °C onderskeidelik. Hierdie vlakke bly konstant tot aan die einde van 38 minute.

Sodra die proefpersone aan 'n warmer omgewing blootgestel word, word 'n afname in die verskil tussen oorkanaal- en rektale temperatuur waargeneem. Die rektale temperatuur stabiliseer op 37,59 °C terwyl daar 'n volgehoue toename in oorkanaaltemperatuur voorkom tot aan die einde van 86 minute.

TABEL 1: GEMIDDELDE REKTALE EN OORKANAALTEMPERATURE, STANDAARD-AFWYKINGS EN VARIANSIE-KOËFFISIËNT WAARDES VAN 20 PROEFPERSONE TYDENS FISIËSE ARBEID

Tyd		Temperatuur	Standaard Afwyking	Variansie-koëffisiënt
2	Rektaal	37,33	0,9342	2,503
	Oorkanaal	35,60	0,9327	2,620
6	Rektaal	37,52	0,7147	1,905
	Oorkanaal	36,31	0,7158	1,972
10	Rektaal	37,69	0,6398	1,698
	Oorkanaal	36,73	0,6200	1,688
14	Rektaal	37,82	0,6089	1,610
	Oorkanaal	37,04	0,5853	1,580
18	Rektaal	37,92	0,5545	1,462
	Oorkanaal	37,23	0,5087	1,367
22	Rektaal	38,01	0,5228	1,375
	Oorkanaal	37,36	0,4811	1,288
26	Rektaal	38,02	0,4937	1,299
	Oorkanaal	37,40	0,4241	1,134
30	Rektaal	38,01	0,4268	1,123
	Oorkanaal	37,38	0,3844	1,029
34	Rektaal	38,01	0,3923	1,032
	Oorkanaal	37,36	0,3501	0,937
38	Rektaal	38,04	0,3732	0,981
	Oorkanaal	37,39	0,2995	0,801



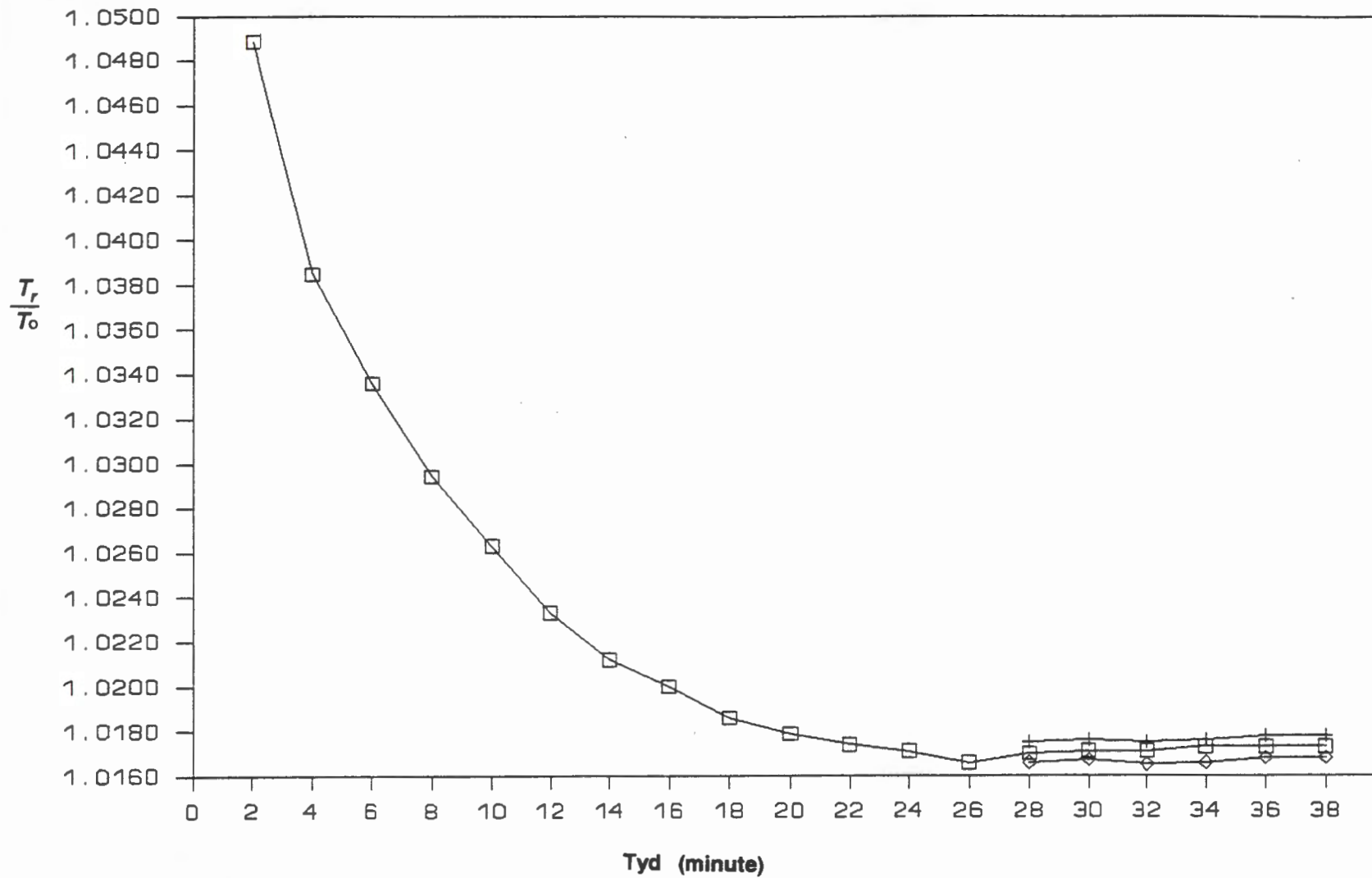
Figuur 3: Gemiddelde rektale en oorkanaaltemperature van 20 proefpersone tydens fisiese arbeid.

Legende:

- rektale temperatuur**
- x oorkanaaltemperatuur**

TABEL 2: GEMIDDELDE T/T_0 -VERHOUDING, STANDAARDAFWYKINGS EN VARIANSIE-KOËFFISIËNT WAARDES VAN 20 PROEFPERSONE TYDENS FISIESE ARBEID

Tyd	T/T_0-Verhouding	Standaard Afwyking	Variansie-koëffisiënt
2	1,0489	0,0251	2,389
6	1,336	0,0141	1,365
10	1,0263	0,0109	1,062
14	1,0212	0,0093	0,916
18	1,0186	0,0082	0,804
22	1,0174	0,0074	0,729
26	1,0166	0,0068	0,666
30	1,0171	0,0060	0,589
34	1,0173	0,0058	0,569
38	1,0173	0,0060	0,586



Figuur 4: Gemiddelde T_r/T_o -verhouding van 20 proefpersone tydens fisiese arbeid asook outokorrelasiepassings van die laaste 10 minute

LEGENDE:

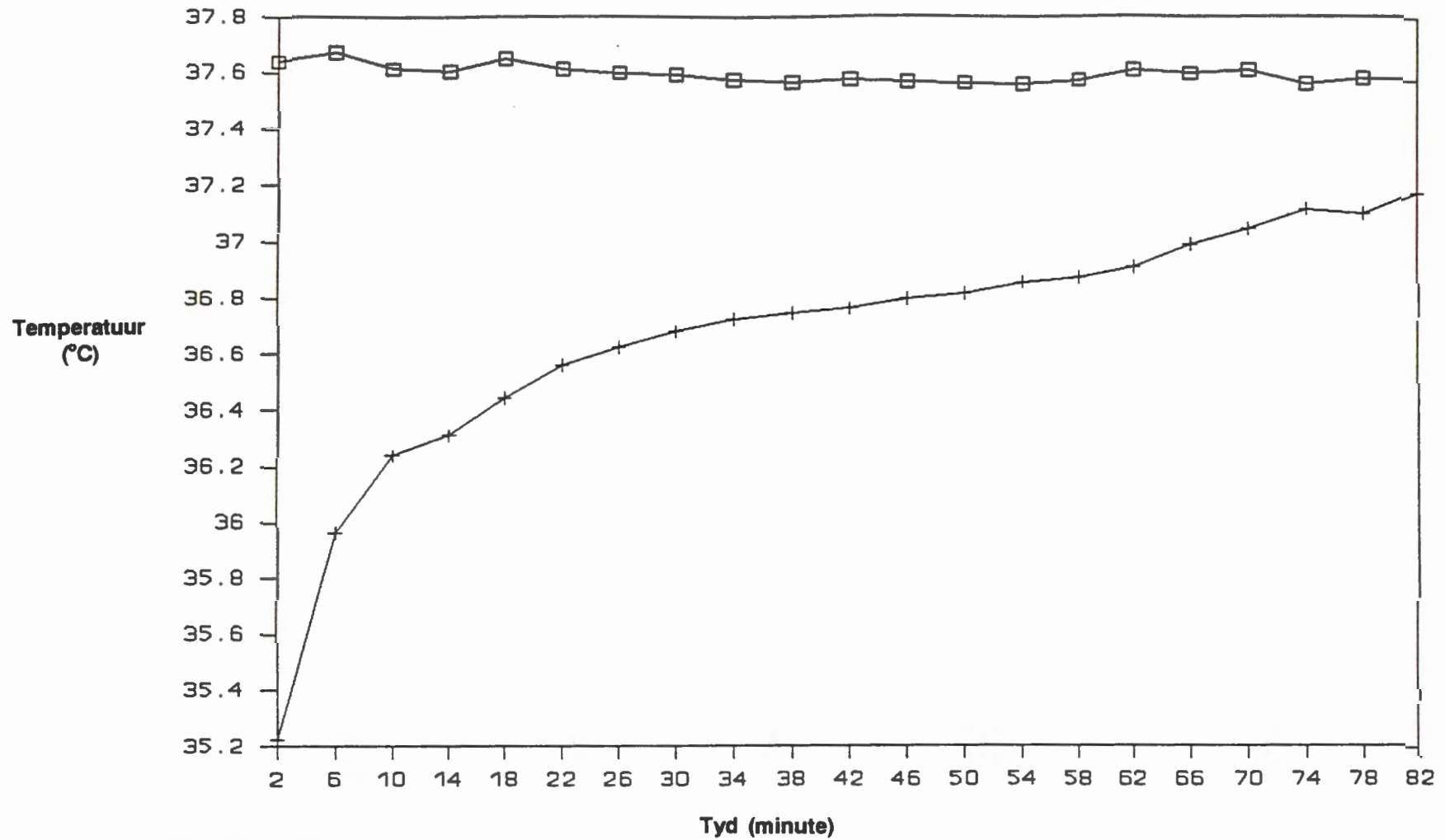
- ◇ Onderste perk van vertrouensband
- + Boonste perk van vertrouensband
- T_r/T_o -verhouding

TABEL 3: GEMIDDELDE REKTALE EN OORKANAALTEMPERATURE, STANDAARD-AFWYKINGS EN VARIANSIE-KOËFFISIËNT WAARDES VAN 10 PROEFPERSONE TYDENS RUS. KAMERTEMPERATUUR WORD NA 48 MINUTE VERHOOG NA 40 °C.

Tyd		Temperatuur	Standaard Afwyking	Variansie-koëffisiënt
2	Rektaal	37,54	1,0573	2,187
	Oorkanaal	35,22	1,0391	2,950
6	Rektaal	37,64	0,7373	1,959
	Oorkanaal	35,96	0,6024	1,675
10	Rektaal	37,67	0,6178	1,638
	Oorkanaal	36,24	0,4865	1,343
14	Rektaal	37,61	0,5854	1,556
	Oorkanaal	36,31	0,4865	1,340
18	Rektaal	37,60	0,5421	1,442
	Oorkanaal	36,44	0,4601	1,262
22	Rektaal	37,65	0,4852	1,289
	Oorkanaal	36,56	0,4526	1,238
26	Rektaal	37,61	0,4605	1,224
	Oorkanaal	36,63	0,4608	1,258
30	Rektaal	37,60	0,4456	1,185
	Oorkanaal	36,68	0,4535	1,236
34	Rektaal	37,59	0,4280	1,138
	Oorkanaal	36,72	0,4447	1,211
38	Rektaal	37,58	0,4117	1,096
	Oorkanaal	36,75	0,4453	1,212

TABEL 3: (Vervolg)

Tyd		Temperatuur	Standaard Afwyking	Variansie-koëffisiënt
42	Rektaal	37,56	0,4056	1,080
	Oorkanaal	36,76	0,4388	1,194
46	Rektaal	37,57	0,3886	1,034
	Oorkanaal	36,80	0,4411	1,199
50	Rektaal	37,57	0,4026	1,072
	Oorkanaal	36,82	0,4564	1,240
54	Rektaal	37,57	0,4030	1,073
	Oorkanaal	36,86	0,4640	1,259
58	Rektaal	37,56	0,4010	1,068
	Oorkanaal	36,87	0,4979	1,350
62	Rektaal	37,57	0,4110	1,094
	Oorkanaal	36,91	0,5358	1,452
66	Rektaal	37,61	0,3557	0,940
	Oorkanaal	36,99	0,5073	1,371
70	Rektaal	37,60	0,3494	0,930
	Oorkanaal	37,05	0,4911	1,326
74	Rektaal	37,61	0,3606	0,959
	Oorkanaal	37,12	0,4861	1,310
78	Rektaal	37,56	0,3623	0,965
	Oorkanaal	37,10	0,4754	1,281
82	Rektaal	37,58	0,3486	0,928
	Oorkanaal	37,18	0,4550	1,224



Figuur 5: Gemiddelde rektale en oorkanaaltemperatuur van 10 proefpersone tydens rus. Kamertemperatuur word na 48 minute verhoog na 40 °C

Legende:

□ rektale temperatuur

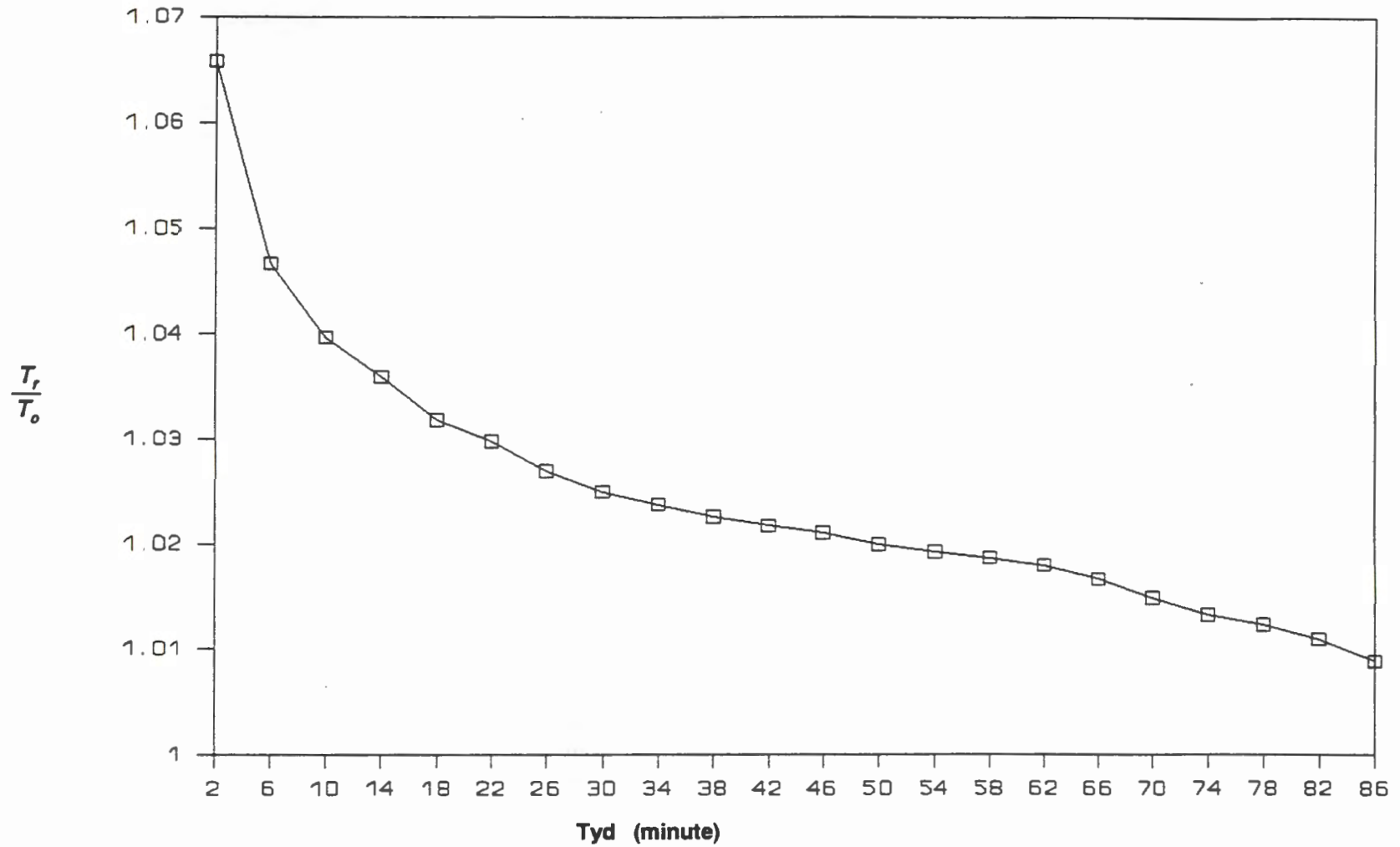
x: oorkanaaltemperatuur

TABEL 4: GEMIDDELDE T_i/T_0 -VERHOUDING, STANDAARDAFWYKINGS EN VARIANSIE-KOËFFISIËNT WAARDES VAN 10 PROEFPERSONE TYDENS RUS. KAMERTEMPERATUUR WORD NA 48 MINUTE VERHOOG NA 40 °C

Tyd	T_i/T_0-Verhouding	Standaard Afwyking	Variansie-koëffisiënt
2	1,0658	0,0176	1,653
6	1,0467	0,0174	1,666
10	1,0397	1,0130	1,252
14	1,0360	1,0111	1,073
18	1,0319	0,0098	0,952
22	1,0298	0,0083	0,806
26	1,0270	0,0075	0,734
30	1,0250	0,0070	0,681
34	1,0238	0,0065	0,633
38	1,0226	0,0064	0,627
42	1,0218	0,0058	0,567

TABEL 4: (Vervolg)

Tyd	T_t/T_o-Verhouding	Standaard Afwyking	Variansie- koëffisiënt
46	1,0211	0,0054	0,525
50	1,020	0,0060	0,591
54	1,0193	0,0061	0,599
58	1,0187	0,0067	0,662
62	1,0180	0,0077	0,757
66	1,0167	0,0076	0,747
70	1,0149	0,0070	0,692
74	1,0133	0,0067	0,659
78	1,0124	0,0065	0,646
82	1,0110	0,0062	0,614
86	1,0089	0,0050	0,498



Figuur 6: Gemiddelde T_r/T_o -verhouding van 10 proefpersone tydens rus. Kamertemperatuur word na 48 minute verhoog na 40 °C

LEGENDE:

□ T_r/T_o -verhouding

HOOFSTUK 5

BESPREKING

Werkomstandighede het soms tot gevolg dat werkers aan hittetoestande blootgestel word. Sodanige blootstelling kan lei tot hipertermie en hittesteek. Ten einde vas te stel of hierdie toestande besig is om te ontwikkel, is dit noodsaaklik dat kerntemperatuur gemoniteer word.

Die algemeenste metode waarvolgens kerntemperatuur gemeet word, is die meet van rektale temperatuur. Die ongerief en somtyds pyn wat daarmee gepaard gaan en die feit dat dit eties onaanvaarbaar geword het, het ons egter genoodsaak om 'n alternatiewe meetmetode te ondersoek. Die meet van oorkanaaltemperatuur as 'n alternatiewe metode om kerntemperatuur te bepaal is tydens hierdie studie ondersoek.

'n Voorafgaande studie het aangedui dat die meet van oorkanaaltemperatuur wel moontlik bruikbaar is, mits 'n geskikte temperatuursensor gebruik word. Uit die voorafgaande studie was dit duidelik dat oorproppe uitbeweeg het omdat oorkanaalgroottes van persoon tot persoon verskil. Tydens hierdie studie is uitbeweging voorkom deur die maak van 'n individuele oorprop vir elke proefpersoon.

Die oorkanaaltemperatuur en rektale temperatuur verskil aanvanklik van mekaar en toon tydens die eerste fase van arbeid nie dieselfde verandering nie (figuur 3). Dit kan moontlik op die volgende wyse verklaar word. Bloed wat vanaf die aktiewe beenspiere vloei het gevolg dat die temperatuur eerste in die pelviese holte 'n styging toon (Stydom *et al.*, 1965; Saltin & Hermansen, 1966). Die temperatuur van die arteriële bloed in die karotis- en temporale arteries styg dus aanvanklik stadiger as die bloed in die pelviese holte. Sodra die temperatuur in die pelviese holte begin stabiliseer, versprei die hitte deur die liggaam en die oorkanaaltemperatuur nader rektaal temperatuur. Die T_r/T_o -verhouding daal dus tot op 26 minute. Die gemiddelde T_r/T_o -verhouding van die 20 proefpersone bly na 26 minute baie konstant.

Die standaardafwyking wat die akkuraatheid van die gemiddeldes toon is tydens die laaste 12 minute tussen 0,0068 en 0,0060. Die gemiddelde verhouding van 1,0172 is dus baie betroubaar, met 'n variansiëkoëffisiënt wat tussen 0,666 en 0,586 lê.

'n Lineêre meervoudige regressiepassing van die verhouding T_r/T_o is op die eerste- en tweede- orde-sloeringsveranderlikes gedoen. Met 'n eerste-orde-sloeringsveranderlike word bedoel die waarde van T_r/T_o by die vorige meting en met 'n tweede-orde-sloeringsveranderlike dié by die twee vorige metings. Hiermee is ontslae geraak van outokorrelasie in die data. Uit hierdie passing is T_r/T_o vervolgens voorspel (SAS Institute Inc., 1985). Sodanige passings kan as 'n vertrouensband voorgestel word. Die voorspelde T_r/T_o - verhouding sal dus binne die grense van hierdie vertrouensband val. Outokorrelasiepassings toon dat met 95% sekerheid voorspel kan word dat die T_r/T_o -verhouding na 32 minute tussen 1,0168 en 1,0178 sal val.

Indien oorkanaaltemperatuur aangewend word om kerntemperatuur te bepaal kan 'n faktor van 1,0172 dus aangewend word vir 'n akkurate voorspelling van kerntemperatuur.

Indien werkers arbeid moet verrig in 'n warm omgewing is dit noodsaaklik om die effek van 'n veranderende omgewingstemperatuur op oorkanaaltemperatuur te bepaal. Met aanvang van die eksperiment was dit duidelik dat die warm omgewing die rekenaarsstelsel wat tydens die opnames gebruik is, beïnvloed het. Die gebruik van langer termokoppeldrade het dit moontlik gemaak om die apparaat buite die klimaatkamer te plaas.

Volgens figuur 5 toon oorkanaal- en rektale temperature feitlik dieselfde tendens, met die verskil tussen oorkanaal- en rektale temperatuur wat feitlik dieselfde bly. Die T_r/T_o -verhouding bly dus min of meer dieselfde (figuur 6).

Na 'n tydperk van 63 minute is daar 'n merkbaar vinniger styging in oorkanaaltemperatuur as in rektale temperatuur. Die T_r/T_o -verhouding word dus kleiner.

Hierdie afname in die T_r/T_o - verhouding kan moontlik toegeskryf word aan 'n direkte invloed van die warm omgewing op die termokoppels in die oorkanaal. Beter isolasie van die oorkanaal van die buiteomgewing behoort hierdie moontlikheid egter uit te skakel.

Die waarskynlikste rede is moontlik as gevolg van 'n styging in veltemperatuur. Die blootstelling van rustende proefpersone aan hitte bring 'n verhoging in veltemperatuur mee as gevolg van 'n toename in bloedvloeï na die vel (Astrand & Rohdahl, 1977). Die blootstelling aan 'n hoë omgewingstemperatuur het vasodilatasie tot gevolg wat hitteverlies bevorder.

Temperatuur in die oor kan dus moontlik deur veltemperatuur beïnvloed word aangesien die oorkanaal met vel uitgevoer is. Astrand & Rohdahl (1977) toon aan dat 'n verskil van tot 4,9 °C in 'n koel omgewing tussen kern- en veltemperatuur kan voorkom. In 'n warm omgewing is daar slegs 'n verskil van 0,9 °C. Hierdie verhoogde veltemperatuur met hitteblootstelling kan dus veroorsaak dat die rektale en oorkanaaltemperatuur nader aan mekaar beweeg en sodoende die T_r/T_o -verhouding laat afneem soos in figuur 5 getoon word. Volgens Greenleaf & Castle (1972) is timpaniesemembraantemperatuur gewoonlik hoër as rektale temperatuur wanneer die gemiddelde veltemperatuur 30 °C oorskry. By 'n gemiddelde veltemperatuur laer as 30 °C was die timpaniesemembraantemperatuur laer as die rektale temperatuur.

Volgens figuur 6 sal die T_r/T_o -verhouding dan nader aan 1,000 beweeg. Veltemperatuur kan nie hoër as kerntemperatuur styg nie omdat bloed vanaf die kern na die vel vloei. Die T_r/T_o -verhouding sal dus nie laer as 1,000 daal nie.

Indien die T_r/T_o -verhouding aangewend word om kerntemperatuur te bepaal sal die dalende T_r/T_o -verhouding 'n veilige bepaling van kerntemperatuur moontlik maak. Met 1,0658 as faktor word bereken dat die kerntemperatuur 37,5 °C is. Indien die faktor na 82 minute steeds as 1,0658 aanvaar word, sal die berekende kerntemperatuur 39,16 °C wees terwyl die werklike kerntemperatuur 37,6 °C is. 'n "Veilige fout" sal dus begaan word indien die T_r/T_o -verhouding toegepas word. Die daling in die T_r/T_o -verhouding hou dus geen gevaar vir die werker in nie. Dit sal wel beteken dat die werker vroeër uit die warm omgewing onttrek sal word.

Die resultate van hierdie studie dui aan dat die hoër omgewingstemperatuur waarskynlik 'n invloed op oorkanaaltemperatuur uitoefen deurdat veltemperatuur toeneem. So 'n toename het tot gevolg dat oorkanaaltemperatuur verder toeneem en dus nader aan rektale temperatuur beweeg.

AANBEVELINGS

Hierdie studie het getoon dat 'n suksesvolle metode vir die meet van oorkanaaltemperatuur moontlik is. Die probleme wat in die verlede tydens die registrasie van oorkanaaltemperatuur ondervind is, is grootliks opgelos.

Indien daar om etiese en ander redes nie van rektale temperatuur gebruik gemaak kan word nie kan oorkanaaltemperatuur as alternatief gebruik word om hipertermie by werkers te voorkom.

Isolasie en die afskerming van die oor van die omgewingstemperatuur sal tydens verdere studies ondersoek moet word. In praktiese werksituasies sal daar egter nie van dieselfde registrasieapparaat gebruik gemaak kan word as tydens hierdie studie nie, omdat die waarnemer somtyds ver van die werker kan wees.

Telemetriese sisteme wat die waarnemer in staat stel om registrasies vanaf 'n afstand te doen sal nuttig gebruik kan word.

LITERATUURLYS

Alpaugh, L. 1971. Temperature extremes. (In Olishifski, J.G. Fundamentals of Industrial hygiene, Chicago: National Safety Council. p. 371 – 397).

Astrand, P.O. & Rodahl, K. 1977. Textbook of work physiology. Physiological bases of exercise. 2nd Ed. New York: Mc Graw – Hill Book Company. 681p.

Benzinger, M. 1967. Tympanic thermometry in surgery and anesthesia. Technical advances, 209(8): 1207–1211

Benzinger, M. 1969. Clinical temperature. New physiological basis. J.A.M.A., 209(8): 1200 – 1206, Aug.

Bligh, J. 1973. Temperature regulation in mammals and other vertebrates. Amsterdam: North Holland. 436p.

Blumenthal, I. 1985. Rectal or axillary temperature in the young child? The practitioner, 299: 851, Oct.

Brengelmann, G.L., Johanson, J.M. & Hong, P.A. 1979. Electrocardiographic verification of esophageal temperature probe position. Journal of applied physiology, 47(3): 638 – 642.

Brinnel, H., Boy, J. & Cabanac, M. 1986. Intracranial temperature during passive heat exposure in humans. Brain research, 363: 170 – 173.

Bruck, K. 1983. Heat balance and the regulation of body temperature (In Schmidt, F. & Thews, G., eds. Human physiology. New York: Springer Verlag. p 531 – 547).

Cabanac, M. 1975. Temperature Regulation. Annual review of physiology, 37: 415 – 439.

Carnochan, P., Dickinson, R.J. & Joiner, M.C. 1986. The practical use of thermocouples for temperature measurement in clinical hyperthermia. International journal of hyperthermia, 2(1): 1 – 19, Nov.

Cooper, K.E., Cranston, W.I. & Snell, E.S. 1964. Temperature in the external auditory meatus as an index of central temperature changes Journal of applied physiology, 19(5): 1032 – 1035, Feb.

Cooper, K.E., Veale, W.L. & Malkinson, T.J. 1977. Measurements of body temperature. (In Meyers, R.D. Methods in psychobiology. 1977. London: Academic Press. p. 149 –187.)

Crawshaw, L.I. 1980. Temperature regulation in vertebrates. Annual review of physiology, 42: 473 – 491.

- Deno, N.S., Vercruyssen, M. & Gallagher, S. 1985. Hot air breathing: Effects of elevated wet bulb temperatures of the mouth. American industrial hygiene association journal, 46(6): 332 –335, Jun.
- Diem, C. 1962. Documenta Geigy, Scientific tables. 6th ed. Basel: Geigy S.A. 778p.
- Dominguez, E.A., Bar-Sela, A. & Musher, D.M. 1987. Adoption of thermometry into clinical practice in the United States. Reviews of infectious diseases, 9(6): 1193 –1199, Nov – Dec.
- Grandjean, E. 1986. Fitting the task to the man. An ergonomic approach. 4th ed. London: Taylor & Francis LTD. 379 p.
- Greenleaf, J.E. & Castle, B.L. 1972. External auditory canal temperature as an estimate of core temperature. Journal of applied physiology, 32(2): 194 – 198, Feb.
- Guyton, A.C. 1981. Textbook of medical physiology. 6th ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company. 1074p.
- Hardy, J.D. 1961. Physiology of temperature regulation. Physiology review, 41: 521 – 590.
- Kaufman, R.D. 1987. Relationship between esophageal temperature gradient and heart and lung sounds heard by esophageal stethoscope. Anesthesia analgesia, 66(10): 1046 – 1048, Oct.
- Keatinge, W.R. & Sloan, R.E.G. 1975. Deep body temperature for aural canal with servo-controlled heating to outer ear. Journal of applied physiology, 38(5): 919 –921, May.
- Kew, M.C., Bersohn, J., Wyndam, C.H. & Seftel H.C. 1967. Preliminary observations on the serum and cerebrospinal fluid enzymes in heatstroke. South African medical journal, 41: 530 – 532.
- Mazzoni, M. & Ricci, T. 1985. Experimental investigation of temperature gradients in the inner ear following Argon laser exposure. Journal of laryngology and otology, 99(4): 359 – 362, April.
- Mitchell, D., Wyndam, C.H., Vermeulen, A.J., Hodgson, T., Atkins, A.R. & Hofmeyr, H.S. 1969. Radiant and convective heat transfer of nude men in dry air. Journal of applied physiology, 26(1): 111 – 118.
- Meyer, B.J., red. 1979. Die fisiologiese basis van geneeskunde. 4de uitg. Pretoria: HAUM. 716p.
- Notani-Sharma, P., Chiva, R.K. & Katchen, M. 1980. Little known mercury hazards. Hospitals, 54(7): 6 – 8.

Saltin, B. & Hermansen, L. 1966. Esophageal, rectal and muscle temperature during exercise. Journal of applied physiology, 21(6): 1757 – 1762.

SAS Institute Inc. SAS Users Guide Statistics, Version 5 Edition. Cary, N.C. SAS Institute Inc. 1985. 956 pp.

Shiraki, K., Nobuhide, K. & Sagawa, S. 1986. Esophageal and tympanic temperature responses to core blood temperature changes during hyperthermia. Journal of applied physiology, 61: 98 – 102.

Stewart, J.M. 1982. Practical aspects of human heat stress. (In Burrows, J., red. Environmental engineering in South African mines. Mine ventilation society of South Africa. Cape Town: Cape & Transvaal Printers. p. 535 – 564.)

Strydom, N.B., Wyndham, C.H., Williams, C.G., Morrison, J.F., Bredell, G.A.G. & Joffe, A. 1965. Oral/rectal temperature differences during work and heat stress. Journal of applied physiology, 20: 37–45.

Strydom, N.B. 1978. Die sout en suur van hitteblootstelling. Veiligheidsbestuur, 22 – 27, Aug.

Surgarek, N.J. 1986. Temperature lowering after iced water. Enhanced effects in the elderly. Journal of american geriatrics society, 34(7): 526 – 529, Jul.

Togawa, T. 1985. Body temperature measurement. Clinical physics and physiological measurement, 6(2): 84 – 103, May.

Tsuji, T. 1987. Patient monitoring during and after open heart surgery. Medical progress through technology, 12(1 – 2): 25 – 38.

Whitby, J.D. & Dunkin, L.J. 1968. Temperature differences in the oesophagus. British journal of anaesthesia, 40: 991 – 995.

Williams, R.J. & Thompson, R.C. 1948. A Device for obtaining a continuous record of body temperature from the external auditory canal. Science, 108: 108 – 109, Jul.

Wolf-Heidegger, G. 1972. Atlas der systematischen anatomie des menschen. Volume 3, systema nervosum. 3rd ed. Basel: Skarger. 323p.