

VO₂ EN HARTTEMPO KINETIKA AS VOORSPELLERS VAN FIETSRYPRESTASIE

DEUR

DOLF ODENDAAL

Tesis ingelewer ter gedeeltelike voldoening aan die vereistes vir die graad van Magister in Geneeskundige Wetenskappe (Geneeskundige Fisiologie) aan die Universiteit van Stellenbosch.



Studieleier: Dr. Elmarie Terblanche, PhD

**Departement Geneeskundige Fisiologie en Biochemie
Universiteit van Stellenbosch**

Desember 2000

Verklaring

Ek, die ondergetekende, verklaar hiermee dat die werk in hierdie tesis vervat, my eie oorspronklike werk is en dat ek dit nie vantevore in die geheel of gedeeltelik by enige universiteit ter verkryging van 'n graad voorgelê het nie.

Handtekening.

D.P. Odendaal

Datum.

OPSOMMING

A. DOEL VAN DIE STUDIE

Die hoofdoel van hierdie studie was om te bepaal of VO_2 en harttempo (f_H) kinetika voorspellers van fietsryprestasie in die laboratorium en in die veld is. Vir hierdie doel is die verband tussen VO_2 en f_H kinetika, en fietsryprestasie in vier veldtoetse ondersoek. Die kinetiese veranderlikes is ook met die tradisionele voorspellers van fietsryprestasie (VO_{2maks} , W_{maks} en T_{vent}) gekorreleer.

B. PROEFPERSONE EN METODEDES

Kompeterende manlike fietsryers het aan die begin ($n = 21$) en einde ($n = 15$) van die '98 - '99 somerfietsryseisoen 'n maksimale inkrementele oefeningstoets en 'n trapinset oefeningstoets in die laboratorium afgelê vir die bepaling van die ryers se uithouvermoë oefeningskapasiteit, en VO_2 en f_H kinetika onderskeidelik. VO_2 en f_H kinetika is 'n aanduiding van die spoed waarmee VO_2 en f_H aanpas by 'n skielike verhoging en verlaging in die werkklas, m.a.w. totdat homeostase weer bereik is. Die grootte van die VO_2 en f_H response, uitgedruk as die absolute verandering in VO_2 (ΔVO_2) en f_H (Δf_H), is ook tydens die trapinset oefeninge bereken. Die ryers se prestasie aan die begin en einde van die somerfietsryseisoen is in beide 'n bondelwegspringwedren (± 100 km) en 'n 20km padtydoets gemeet.

C. RESULTATE EN GEVOLGTREKKINGS

1. Die VO_2 en f_H tydkonstantes het oor die algemeen nie statisties beduidend gekorreleer met fietsryprestasie in die vier veldtoetse nie. Die moontlikheid bestaan dat die meetinstrument waarmee VO_2 en f_H gemonster is, nie sensitief genoeg was om die klein verskille tussen ryers uit te wys nie.

2. ΔVO_2 het 'n statisties beduidende verband getoon met fietsryprestasie in die veld ($r = 0.70 - 0.76$, $p < 0.01$). Die gebruik van ΔVO_2 as voorspeller van fietsryprestasie hou dus potensiaal in, aangesien dit maklik bereken kan word tydens 'n submaksimale oefeningstoets, en goed korreleer met beide die tradisionele voorspellers van fietsryprestasie (VO_{2maks} , W_{maks} , T_{vent}), en prestasie in die veld.
3. In ooreenstemming met die literatuur, het die tradisionele voorspellers van fietsryprestasie statisties beduidend gekorreleer met prestasie in die veldtoets. Hierdie tradisionele voorspellers het ook statisties beduidend gekorreleer met VO_2 kinetika.
4. Vanuit die antropometriese en maksimale fisiologiese veranderlikes wil dit voorkom asof die ryers se inoefeningstoestand effens beter was aan die einde van die somerfietsryseisoen, maar die kinetiese veranderlikes het nie hierdie bevinding onomwonde gestaaf nie.

D. VOORSTELLE

1. Toekomstige studies wat VO_2 en f_H kinetika ondersoek, moet gebruik maak van 'n asemteug-tot-asemteug metaboliese sisteem. Met behulp van hierdie sisteem word 'n groter aantal datapunte gegenereer, wat die gebruik van meer komplekse wiskundige modelle moontlik maak. Met hierdie modelle kan die verskillende fases van die VO_2 en f_H response bestudeer word, waar verskille (indien dit bestaan) in 'n homogene groep fietsryers gemanifesteer sal word.
2. Die fietsryers moet tydens die fietsryseisoen op 'n oefenprogram geplaas word wat deeglik gemonitor word. Sodoende kan vasgestel word of die kinetiese veranderlikes van fietsryers wat reeds hul VO_{2maks} plato bereik het, wel verander tydens die seisoen.
3. Die submaksimale oefeningstoets wat in hierdie studie gebruik is, hou potensiaal in as roetine toets vir fietsryers, aangesien dit nie poging-afhanklik is nie, veranderlikes kan meet wat goed korreleer met prestasie in die veld (ΔVO_2), en nie die ryers se inoefeningsprogram beduidend sal beïnvloed nie.

ABSTRACT

A. PURPOSE OF THE STUDY

The main purpose of this study was to determine whether VO_2 and heart rate (f_H) kinetics are predictors of cycling performance in the laboratory and in the field. For this purpose the relationship between VO_2 and f_H kinetics, and cycling performance in 4 field tests were examined. The kinetic variables were also correlated with the traditional predictors of cycling performance ($\text{VO}_{2\text{max}}$, W_{max} and T_{vent}).

B. SUBJECTS AND METHODS

Competitive male cyclists completed a maximal incremental exercise test and a square wave exercise test at the start ($n = 21$) and end ($n = 15$) of the '98 - '99 summer cycling season for the determination of the riders' endurance exercise capacity, and VO_2 and f_H kinetics respectively. VO_2 and f_H kinetics are an indication of the speed with which VO_2 and f_H adapts to a sudden increase and decrease in the workload, i.e. until homeostasis is reached. The size of the VO_2 and f_H responses, expressed as the absolute change in VO_2 (ΔVO_2) and f_H (Δf_H), were also calculated during the square wave exercises. The riders' performance at the start and end of the summer cycling season were measured in both a mass start road race ($\pm 100\text{km}$) and a 20km road time trial.

C. RESULTS AND DISCUSSION

1. VO_2 and f_H time constants did not correlate significantly with cycling performance in the 4 field tests. It is possible that the instrument with which VO_2 and f_H were measured, was not sensitive enough to detect small differences between riders.

2. ΔVO_2 showed a statistically significant relationship with cycling performance in the field ($r = 0.70 - 0.76$, $p < 0.01$). The use of ΔVO_2 as a predictor of cycling performance thus shows potential, because of the ease with which it can be determined, and its strong correlation with the traditional predictors of cycling performance (VO_{2max} , W_{max} and T_{vent}), and performance in the field.
3. In accordance with the literature, the traditional predictors of cycling performance correlated significantly with performance in the field tests. These traditional predictors also correlated significantly with VO_2 kinetics.
4. From the anthropometric and maximal physiological variables it appeared as if the riders were in a slightly better training state at the end of the cycling season, however, their kinetic variables did not confirm this finding unequivocally.

D. PROPOSALS

1. Future studies on VO_2 and f_H kinetics, should make use of a breath-by-breath metabolic system. By using this system a greater number of data points are generated, which allows for the use of more sophisticated mathematical models. With these models one can study the different phases of the VO_2 and f_H responses, where differences (if they exist) in a homogeneous group of cyclists will be manifested.
2. Cyclists should follow a well controlled training program during the cycling season to determine whether the kinetic variables change during the season in cyclists who have already reached a plateau in VO_{2max} .
3. The submaximal exercise test used in this study shows potential as a routine test for cyclists, due to the fact that it is not effort dependent, measures a variable that correlates well with cycling performance in the field (ΔVO_2), and does not interfere with the cyclist's training program.

Hierdie tesis word opgedra aan my rolmodel, boesemvriend en moeder,
Hendra.

ERKENNING

Ek wil graag my opregte dank uitspreek aan:

1. Dr. Elmarie Terblanche vir haar uitstekende leiding en vele opofferinge tydens hierdie studie. Haar wetenskaplike integriteit, professionele werksetiek en nougesette aandag aan detail het baie respek by my afgedwing.
2. Jabus Wessels vir al sy moeite met die wiskundige modellering van die data. Dit word opreg waardeer.
3. Hendra van Zyl vir haar opregte belangstelling, ondersteuning en hulp wanneer ek dit die nodigste gehad het. Woorde kan nie my respek en bewondering vir haar beskryf nie.

Lys van afkortings

°	: grade
τ	: tydkonstante
Δf_H	: absolute verandering in f_H ($\text{ml} \cdot \text{min}^{-1}$)
ΔVO_2	: absolute verandering in VO_2 ($\text{ml} \cdot \text{min}^{-1}$)
^{31}P MRS	: ^{31}P kern magnetiese resonansie spektroskopie
A	: amplitude
Argus 105	: Argus/Pick & Pay bondelwegring fietswedren
B/S 103	: Die Burger/Sanlam bondelwegring fietswedren
BTPS	: liggaamstemperatuur, omgewing atmosferiese druk en versadig met waterdamp
C	: Celsius
cm	: sentimeter
CO_2	: koolstofdioksied
D_{maks}	: metode waarvolgens die laktaatdraaipunt (T_{lakt}) bepaal word
$F_{\text{E}}\text{CO}_2$: fraksionele konsentrasie gemengde geëkspireerde koolstofdioksied (%)
$F_{\text{E}}\text{O}_2$: fraksionele konsentrasie gemengde geëkspireerde suurstof (%)
f_H	: harttempo
f_{Hmaks}	: maksimum harttempo
$f_{\text{Hvoorspelde}}$: ouderdom-voorspelde maksimum harttempo
$F_{\text{I}}\text{CO}_2$: fraksionele konsentrasie geïnspireerde koolstofdioksied (%)
$F_{\text{I}}\text{O}_2$: fraksionele konsentrasie geïnspireerde suurstof (%)
FKr	: spierfosfokreatien
f_R	: asemhalingsfrekwensie
gem.	: gemiddelde
GRT	: gemiddelde responstyd
k	: konstante
kg	: kilogram
km	: kilometer

km.h ⁻¹	: kilometer per uur
KPM	: kilopond·meter·min ⁻¹
KvV	: koëffisiënt van variasie
ℓ	: liter
m	: meter
min	: minuut
mM	: millimol
mmHg	: millimeter kwik
n	: aantal proefpersone
N ₂	: stikstof
o.p.m.	: omwentelinge per minuut
O ₂	: suurstof
P _{vCO₂} ⁻	: gemengde veneuse koolstofdioksieddruk
P _{CO₂}	: koolstofdioksieddruk
P _{etCO₂}	: eindgety koolstofdioksieddruk
P _{etO₂}	: eindgety suurstofdruk
P _{vO₂} ⁻	: gemengde veneuse suurstofdruk
P _{O₂}	: suurstofdruk
QO ₂	: bloedsuurstofvoorsiening
R	: respiratoriese uitruilkoëffisiënt
R ²	: betroubaarheidskoëffisiënt
rev.min ⁻¹	: revolusies per minuut
s.min ⁻¹	: slae per minuut
SA	: standaardafwyking
sek	: sekonde
SF	: standaardfout
STPD	: standaardtemperatuur, standaarddruk en droë toestande
t	: tyd
t _{1/2}	: halftyd
T _{An}	: anaërobiese draaipunt

TD	: tydvertraging
T_{lakt}	: laktaatdraaipunt
TT	: tydtoets
T_{vent}	: ventilatoriese draaipunt
USCF	: United States Cycling Federation
$V\text{CO}_2$: koolstofdoksiedproduksie ($\ell.\text{min}^{-1}$)
V_E	: minuutventilasie ($\ell.\text{min}^{-1}$)
$V_{E\text{maks}}$: maksimum minuutventilasie ($\ell.\text{min}^{-1}$)
$V_E \cdot V\text{CO}_2^{-1}$: ventilatoriese ekwivalent vir koolstofdoksied
$V_E \cdot \text{VO}_2^{-1}$: ventilatoriese ekwivalent vir suurstof
V_I	: geïnspireerde minuutventilasie ($\ell.\text{min}^{-1}$)
VO_2	: suurstofverbruik ($\ell.\text{min}^{-1}$, $\text{ml}.\text{min}^{-1}$, $\text{ml}.\text{kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$)
$\text{VO}_{2\text{maks}}$: maksimale suurstofverbruik ($\ell.\text{min}^{-1}$, $\text{ml}.\text{kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$)
$\text{VO}_{2\text{piek}}$: piek suurstofverbruik
W	: Watt
$\text{W}.\text{kg}^{-1}$: Watts per kilogram liggaamsmassa
W_K	: kritieke werkklas (W)
W_{maks}	: maksimum werkklas
W_{VL}	: laaste voltooide werkklas

INHOUDSOPGAWE

	<u>Bl.</u>
HOOFSTUK EEN: DIE VOORSPELLING VAN FIETSRYPRESTASIE	1
A: INLEIDING	1
B: METING VAN FIETSRYPRESTASIE	1
C: VOORSPELLERS VAN FIETSRYPRESTASIE	4
1. Maksimale suurstofopname (VO_{2maks})	4
2. Anaërobiese draaipunt (T_{An})	7
3. Die maksimum werkklas (W_{maks})	12
4. Fietsryondervinding en -inoefening	15
4.1. Fietsryondervinding	15
4.2. Fietsry-inoefening	16
5. Antropometriese veranderlikes	17
6. Die morfologiese eienskappe van skeletspiere	19
6.1. Spierveseltipe	19
6.2. Kapillêre digtheid	20
7. VO_2 en f_H kinetika	21
D. OPSOMMING	22
HOOFSTUK TWEE: SUURSTOFVERBRUIK (VO_2) EN HARTTEMPO (f_H)	
KINETIKA	23
A. INLEIDING	23
B. VO_2 KINETIKA	23
1. Protokolle	23
1.1. Modaliteit van oefening	24
1.2. Die aard van die geforseerde werkklas	24
2. Fisiologiese meganismes	26
2.1. Oefening onder T_{An}	27
2.2. Oefening bo T_{An}	31

3.	Modellering van die VO_2 respons	35
4.	Faktore wat VO_2 kinetika beïnvloed	39
4.1.	Die invloed van fiksheid op VO_2 kinetika	39
4.2.	Die invloed van inoefening op VO_2 kinetika	41
4.3.	Die invloed van oefeningsintensiteit op VO_2 kinetika	45
4.4.	Die invloed van vorige oefeninge op VO_2 kinetika	47
4.5.	Ander faktore	49
C.	HARTTEMPO (f_H) KINETIKA	50
1.	Protokolle	50
2.	Modellering	50
3.	Fisiologiese meganismes	51
4.	Faktore wat f_H kinetika beïnvloed	53
4.1.	Inoefening	53
4.2.	Fiksheid	54
4.3.	Intensiteit van die werkklas	54
4.4.	Ouderdom	55
4.5.	Opwarming	56
D.	OPSOMMING	56
HOOFSTUK DRIE: PROBLEEMSTELLING		58
A.	INLEIDING	58
B.	DOELWITTE VAN DIE STUDIE	59
C.	POTENSIËLE VOORDELE VAN DIE STUDIE	60
HOOFSTUK VIER: METODIEK		61
A.	STUDIE ONTWERP	61
B.	PROEFPERSONE	61
C.	EKSPERIMENTELE ONTWERP	62
D.	EKSPERIMENTELE PROSEDURES	62
E.	METABOLIESE EN HARTTEMPO METINGS	63

F.	DIE FIETSERGOMETER	65
G.	OEFENINGSPROTOKOLLE	65
1.	Die maksimale oefeningstoets	66
1.1.	Maksimale oefeningskapasiteit	66
1.2.	Bepaling van die ventilatoriese draaipunt (T_{vent})	67
2.	Die trapinset oefeningstoets	68
2.1.	Modellering van die VO_2 en f_H response	69
2.2.	Berekening van ΔVO_2 en Δf_H	70
H.	DIE VELDTOETSE	70
I.	DATA ANALISE	71
HOOFSTUK VYF: RESULTATE		73
A.	ANTROPOMETRIESE VERANDERLIKES	73
B.	FIETSRY-INOEFENING EN -ONDERVINDING	74
C.	MAKSIMALE OEFENINGSRESPONS	74
1.	Fisiologiese veranderlikes	74
D.	TRAPINSET OEFENINGSRESPONS	77
1.	VO_2 kinetika	77
1.1.	Die relatiewe oefeningsintensiteite tydens die verskillende trapinsette	77
1.2.	Die VO_2 tydkonstantes (τVO_2)	78
1.3.	Die absolute verandering in VO_2 (ΔVO_2 , $ml \cdot min^{-1}$) tydens elke trapinset	80
2.	Harttempo kinetika	81
2.1.	Die relatiewe oefeningsintensiteite tydens die verskillende trapinsette	81
2.2.	Die f_H tydkonstantes (τf_H)	82
2.3.	Die absolute verandering in f_H tydens elke trapinset (Δf_H , $s \cdot min^{-1}$)	84
E.	DIE VELDTOETSE	85
F.	DIE VERBAND TUSSEN DIE TRADISIONELE VOORSPELLERS VAN	

FIETSRYPRESTASIE, EN PRESTASIE IN DIE VIER VELDTOETSE	88
1. Fietsryprestasie in die 2 bondelwegspringwedrenne	88
2. Fietsryprestasie in die 2 padtydtoetse	90
G. DIE VERBAND TUSSEN VO_2 EN f_H KINETIKA, EN UITHOUVERMOë	
OEFENINGSKAPASITEIT	92
1. Eerste toetsing	92
1.1. Die VO_2 en f_H tydkonstantes	92
1.2. Die absolute verandering in VO_2 (ΔVO_2)	95
1.3. Die absolute verandering in f_H (Δf_H)	98
2. Tweede toetsing	99
2.1. Die VO_2 en f_H tydkonstantes	99
2.2. Die absolute verandering in VO_2 (ΔVO_2)	101
2.3. Die absolute verandering in f_H (Δf_H)	102
3. Opsomming	104
3.1. Die VO_2 tydkonstantes	104
3.2. ΔVO_2	105
3.3. Die f_H tydkonstantes	105
3.4. Δf_H	105
3.5. Samevatting	105
H. DIE VERBAND TUSSEN VO_2 EN f_H KINETIKA, EN FIETSRYPRESTASIE	
IN DIE VELD	108
1. Eerste toetsing	108
1.1. Die tydkonstantes	108
1.2. ΔVO_2	109
1.3. Δf_H	109
2. Tweede toetsing	112
2.1. Die tydkonstantes	112
2.2. ΔVO_2	113
2.3. Δf_H	114

I.	SEISOENALE VERANDERINGE IN VO_2 EN f_H KINETIKA	116
1.	Die VO_2 tydkonstantes	116
2.	ΔVO_2	116
3.	Die f_H tydkonstantes	116
4.	Δf_H	116
HOOFSTUK SES: BESPREKING		119
A.	ANTROPOMETRIESE VERANDERLIKES	119
B.	FIETSRY-INOEFENING EN -ONDERVINDING	121
1.	Fietsry-inoefening	121
2.	Fietsryondervinding	122
3.	Opsomming	123
C.	FISIOLOGIESE VERANDERLIKES	124
1.	VO_{2maks}	124
2.	T_{vent}	125
3.	W_{maks}	126
4.	$W_{maks} \cdot kg^{-1}$	128
5.	Maksimale harttempo	129
6.	V_{Emaks}	129
7.	Die onderlinge verband tussen die tradisionele voorspellers van fietsryprestasie	130
8.	Samevatting	130
D.	VO_2 EN f_H KINETIKA	132
1.	Inleiding	132
2.	Modellering van die VO_2 en f_H respons	132
3.	Die relatiewe oefeningsintensiteite tydens die verskillende trapinsette	134
4.	Die invloed van die werkklas ($< T_{vent}$ en $> T_{vent}$)	135
5.	Die af-respons vs die op-respons	136
6.	ΔVO_2 ($ml \cdot min^{-1}$) en Δf_H ($s \cdot min^{-1}$)	137

7.	Samevatting	139
E.	DIE VELDTOETSE	140
1.	Die bondelwegspringwedrenne	140
2.	Die 20km padtydtoetse	141
3.	Die verband tussen die 4 veldtoetse	142
F.	DIE VERBAND TUSSEN FIETSRYPRESTASIE IN DIE VIER VELDTOETSE, EN DIE TRADISIONELE VOORSPELLERS VAN FIETSRYPRESTASIE	143
1.	Die bondelwegspringwedrenne	143
1.1.	Die B/S 103	144
1.2.	Die Argus 105	145
2.	Die 20km padtydtoetse	146
2.1.	Die eerste 20km padtydtoets (TT1)	146
2.2.	Die tweede 20km padtydtoets (TT2)	148
3.	Samevatting	149
G.	DIE VERBAND TUSSEN VO_2 EN f_H KINETIKA, EN UITHOUVERMOë OEFENINGSKAPASITEIT	150
1.	Die VO_2 tydkonstantes	150
2.	ΔVO_2 ($ml \cdot min^{-1}$)	156
3.	Die f_H tydkonstantes	158
4.	Δf_H ($s \cdot min^{-1}$)	160
5.	Samevatting	161
H.	DIE VERBAND TUSSEN VO_2 EN f_H KINETIKA, EN FIETSRYPRESTASIE	162
1.	Die VO_2 tydkonstantes en die bondelwegspringwedrenne	162
2.	Die VO_2 tydkonstantes en die 20 km padtydtoetse	166
3.	Die f_H tydkonstantes, die bondelwegspringwedrenne en die 20 km padtydtoetse	168
4.	ΔVO_2 ($ml \cdot min^{-1}$) en die bondelwegspringwedrenne	169
5.	ΔVO_2 ($ml \cdot min^{-1}$) en die 20 km padtydtoetse	170

6.	Δf_H en die bondelwingspringwedrenne	171
7.	Δf_H en die 20 km padtydtoetse	172
8.	Samevatting	173
I.	DIE SEISOENALE VERANDERINGE IN VO_2 EN f_H KINETIKA	174
1.	Die VO_2 en f_H tydkonstantes	174
2.	ΔVO_2 en Δf_H	178
3.	Samevatting	178
HOOFSTUK SEWE: GEVOLGTREKKING		180
VERWYSINGSLYS		181
BYLAAG A		190
BYLAAG B		192
BYLAAG C		193

LYS VAN FIGURE

	<u>Bl.</u>
1. 'n Vierkantsgolf protokol by 'n matige oefeningsintensiteit (onder T_{An}), en die VO_2 respons van 'n enkele persoon.	26
2. 'n Tipiese VO_2 kurwe in respons op matige intensiteit oefening (werkklas onder T_{An}). Aangepas vanuit Whipp (1987).	27
3. Die VO_2 respons by matige intensiteit oefening (werkklas onder T_{An}), om die simmetrie van die op- en af-respons te illustreer (aangepas vanuit Koga et al, 1997).	30
4. 'n Skematiese uitleg van 'n VO_2 respons tydens 'n werkklas bo T_{An} . Hierdie kurwe is gebaseer op 'n dubbel eksponensiële model om voorsiening te maak vir die stadige komponent (fase 3). Aangepas vanuit Barstow & Molé (1991).	31
5. Boonste paneel: Die werkklas - tyd verband tydens hoë intensiteit oefening. Onderste paneel: Berekening van W_K vanaf die liniêre transformasie van die werkklas - tyd verband. Aangepas vanuit Poole et al (1988).	33
6. Die VO_2 respons van proefpersone tydens 'n oefeningsintensiteit bo W_K (oop simbole) en teen W_K (geslote simbole). Aangepas vanuit Poole et al (1988).	34
7. Die 3-komponent eksponensiële model van Barstow et al (1996).	38
8a. Die VO_2 halftye van hoogs inge oefende vs onge oefende persone teen verskillende absolute werklaste ($p < 0.05$). Aangepas vanuit Hagberg et al (1978).	40
8b. Die VO_2 halftye van hoogs inge oefende vs onge oefende persone teen verskillende relatiewe werklaste ($p > 0.05$). Aangepas vanuit Hagberg et al (1978).	40
9. Die VO_2 respons van 'n onge oefende persoon (bo) en 'n inge oefende ryer (onder) om die invloed van spesifieke spierkondisionering op die VO_2 op-respons te illustreer. Aangepas vanuit Cerretelli et al (1979).	43

10. 'n Semi-logaritmiëse grafiek van die relatiewe verandering in suurstofverbruik tydens 'n 10 min konstante werkklas oefeningstoets teen 'n oefeningsintensiteit van 70% VO_{2maks} . Aangepas vanuit Hagberg et al (1980). 45
11. Die verandering in VO_2 kinetika met 'n verhoging in oefeningsintensiteit. Aangepas vanuit Barstow (1994). 47
12. Die drie fases van die f_H op-respons, asook die afplating van f_H tussen fase 1 en fase 2 wat kenmerkend is aan die f_H op-respons. Aangepas vanuit Linnarsson (1994). 52
13. Grafiese voorstelling van die metode waarvolgens T_{vent} bepaal is. 68
14. Skematiese voorstelling van die trapinset oefeningstoets. 69
15. Die verband tussen die VO_2 op-respons tydens die lae trapinset en VO_{2maks} tydens die eerste toetsing ($r = -0.63$, $p < 0.01$). 93
16. Die verband tussen die VO_2 op-respons tydens die lae trapinset en W_{maks} tydens die eerste toetsing ($r = -0.66$, $p < 0.01$). 93
17. Die verband tussen ΔVO_2 tydens die hoë trapinset en VO_{2maks} ($l \cdot min^{-1}$) tydens die eerste toetsing ($r = 0.85$, $p < 0.01$). 96
18. Die verband tussen Δf_H tydens die af-respons van die hoë trapinset en VO_{2maks} ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) [$r = 0.78$, $p < 0.01$]. 103
19. Die verband tussen Δf_H tydens die op-respons van die hoë trapinset en VO_{2maks} ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) [$r = 0.71$, $p < 0.01$]. 103
20. Die verband tussen ΔVO_2 tydens die op-respons van die hoë trapinset en prestasie in B/S 103 ($r = -0.70$, $p < 0.01$). 110
21. Die verband tussen ΔVO_2 tydens die af-respons van die hoë trapinset en prestasie in B/S 103 ($r = -0.71$, $p < 0.01$). 110
22. Die verband tussen ΔVO_2 tydens die op-respons van die hoë trapinset en prestasie in TT1 ($r = -0.74$, $p < 0.01$). 111
23. Die verband tussen ΔVO_2 tydens die af-respons van die hoë trapinset en prestasie in TT1 ($r = -0.76$, $p < 0.01$). 111

LYS VAN TABELLE

	Bl.
1. Die verband tussen VO_{2maks} en fietsryprestasie.	5
2. Anaërobiese draaipunte van kompeterende/elite fietsryers.	9
3. Die verband tussen T_{lakt} en fietsryprestasie.	10
4. Die verband tussen T_{vent} en fietsryprestasie.	11
5. W_{maks} van elite fietsryers.	13
6. Antropometriese data: November '98 en Maart '99.	73
7. Maksimale oefeningskapasiteit: November '98 en Maart '99.	75
8. Die verband tussen die fisiologiese veranderlikes van die eerste maksimale oefeningstoets (n = 21).	76
9. Die verband tussen die fisiologiese veranderlikes van die tweede maksimale oefeningstoets (n = 15).	76
10. Die oefeningsintensiteite tydens die lae en hoë trapinset oefeningstoets (uitgedruk as % VO_{2maks}).	78
11. VO_2 kinetika van die eerste en tweede trapinset oefeningstoets.	79
12. Die absolute verandering in VO_2 ($ml \cdot min^{-1}$) tydens die eerste en tweede trapinset oefeningstoets.	80
13. Die oefeningsintensiteite tydens die lae en hoë trapinset oefeningstoets (uitgedruk as % f_{Hmaks}).	82
14. f_H kinetika van die eerste en tweede trapinset oefeningstoets.	83
15. Die absolute verandering in f_H ($s \cdot min^{-1}$) tydens die eerste en tweede trapinset oefeningstoets.	84
16. Uitslae van die vier veldtoetse.	86
17. Die prestasie van die 11 fietsryers wat al die veldtoetse voltooi het.	86
18. Die verband tussen die vier veldtoetse.	87
19. Die verband tussen maksimale oefeningskapasiteit en prestasie in die bondelwegringswedrenne.	89
20. Die verband tussen maksimale oefeningskapasiteit en prestasie in die padtydtoetse.	91

21.	Die verband tussen VO_2 kinetika (sek) en die fisiologiese veranderlikes, soos gemeet tydens die eerste toetsing.	94
22.	Die verband tussen f_H kinetika (sek) en die fisiologiese veranderlikes, soos gemeet tydens die eerste toetsing.	95
23.	Die verband tussen ΔVO_2 ($\text{ml} \cdot \text{min}^{-1}$) tydens die trapinset oefeningstoets, en die fisiologiese veranderlikes, soos gemeet tydens die eerste toetsing.	97
24.	Die verband tussen Δf_H ($\text{s} \cdot \text{min}^{-1}$) tydens die trapinset oefeningstoets, en die fisiologiese veranderlikes, soos gemeet tydens die eerste toetsing.	98
25.	Die verband tussen VO_2 kinetika (sek) en die fisiologiese veranderlikes, soos gemeet tydens die tweede toetsing.	100
26.	Die verband tussen f_H kinetika (sek) en die fisiologiese veranderlikes, soos gemeet tydens die tweede toetsing.	101
27.	Die verband tussen ΔVO_2 ($\text{ml} \cdot \text{min}^{-1}$) en die fisiologiese veranderlikes, soos gemeet tydens die tweede toetsing.	102
28.	Die verband tussen Δf_H ($\text{s} \cdot \text{min}^{-1}$) en die fisiologiese veranderlikes, soos gemeet tydens die tweede toetsing.	104
29a.	Die fisiologiese veranderlikes wat statisties beduidend met VO_2 en f_H kinetika (sek) gekorreleer het.	106
29b.	Die fisiologiese veranderlikes wat statisties beduidend met ΔVO_2 ($\text{ml} \cdot \text{min}^{-1}$) gekorreleer het.	107
29c.	Die fisiologiese veranderlikes wat statisties beduidend met Δf_H ($\text{s} \cdot \text{min}^{-1}$) gekorreleer het.	107
30.	Die verband tussen VO_2 kinetika (sek) en fietsryprestasie (min) in die B/S 103 en die eerste 20km padtydoets.	108
31.	Die verband tussen f_H kinetika (sek) en fietsryprestasie (min) in die B/S 103 en die eerste 20km padtydoets.	109
32.	Die verband tussen ΔVO_2 ($\text{ml} \cdot \text{min}^{-1}$) en fietsryprestasie (min) in die B/S 103 en die eerste 20km padtydoets.	112

33.	Die verband tussen Δf_H ($s \cdot \text{min}^{-1}$) en fietsryprestasie (min) in die B/S 103 en die eerste 20km padtydoets.	112
34.	Die verband tussen VO_2 kinetika (sek) en fietsryprestasie in die Argus 105 en die tweede 20km padtydoets.	113
35.	Die verband tussen f_H kinetika (sek) en fietsryprestasie in die Argus 105 en die tweede 20km padtydoets.	113
36.	Die verband tussen ΔVO_2 ($\text{ml} \cdot \text{min}^{-1}$) en fietsryprestasie in die Argus 105 en die tweede 20km padtydoets.	114
37.	Die verband tussen Δf_H ($s \cdot \text{min}^{-1}$) en fietsryprestasie in die Argus 105 en die tweede 20km padtydoets.	115
38.	Die verskil in VO_2 kinetika (sek) tussen die eerste en tweede toetsing.	117
39.	Die verskil in ΔVO_2 ($\text{ml} \cdot \text{min}^{-1}$) tussen die eerste en tweede toetsing.	117
40.	Die verskil in f_H kinetika (sek) tussen die eerste en tweede toetsing.	118
41.	Die verskil in Δf_H ($s \cdot \text{min}^{-1}$) tussen die eerste en tweede toetsing.	118

HOOFSTUK EEN

DIE VOORSPELLING VAN FIETSRYPRESTASIE

A. INLEIDING

Heelwat navorsing is reeds gedoen oor die fisiologiese en morfologiese eienskappe van elite fietsryers (Hagberg et al, 1979; Burke, 1980; White et al, 1982; Lopategui et al, 1986). Hieruit is dit duidelik dat die elite fietsryer 'n hoë uithouvermoë kapasiteit (VO_{2maks}) het (White et al, 1982; Lopategui et al, 1986; Melichna et al, 1986; Barbeau et al, 1993; Tanaka et al, 1993), 'n hoë ventilatoriese/laktaatdraaipunt besit (Faria et al, 1989; Loftin & Warren, 1994; Wilber et al, 1997), 'n lae persentasie liggaamsvet het (Hagberg et al, 1979; Faria et al, 1989; Tanaka et al, 1993) en die vermoë besit om vir langdurige periodes teen hoë werklaste te oefen (Coyle et al, 1991; Hawley & Noakes, 1992; Palmer et al, 1996; Lucia et al, 1998).

Hoewel die antropometriese en fisiologiese profiel van die elite fietsryer goed beskryf is, is hierdie selfde eienskappe nie noodwendig goeie voorspellers vir fietsryprestasie nie. Kompeterende fietsry is 'n diverse en fisies uitdagende sportsoort. Fietswedrenne wissel van 'n 200 meter naelrit tot 'n skofwedren van meer as 5 000 km. Dit is dus vanselfsprekend dat geen enkele veranderlike fietsryprestasie in alle items bevredigend kan meet nie.

B. METING VAN FIETSRYPRESTASIE

Die meeste navorsers wat die fisiologiese en morfologiese voorspellers van fietsryprestasie ondersoek het, het prestasie gemeet as die tyd wat dit neem om 'n bepaalde afstand te voltooi (Malhotra et al, 1984; Krebs et al, 1986; Miller & Manfredi, 1987; Hawley & Noakes, 1992; Hopkins & McKenzie, 1994; Loftin & Warren, 1994; Zhou et al, 1997; Bentley et al, 1998). Hierdie afstande het gewissel van 15 km tot 84 km en is deurgaans benader as 'n individuele tydtoets. Een van hierdie tydtoetse is in 'n laboratorium afgelê (Loftin & Warren, 1994), terwyl die res padtoetse was.

Die feit dat die meeste navorsers individuele tydtoetse gebruik het as meetinstrument van fietsryprestasie, laat dit blyk dat dit waarskynlik die *beste* manier is om fietsryprestasie te meet. Die woord *beste* impliseer dat die toets geldig, betroubaar en sportspesifiek is [die vereistes vir 'n goeie meetinstrument (Terblanche, 1996)]. Palmer et al (1996) het gevind dat 'n 20 km en 40 km laboratoriumtydtoets betroubaar is vir die meting van fietsryprestasie, met 'n koëffisiënt van variansie van $1.1 \pm SA^1$ 0.9 % en $1.0 \pm SA$ 0.5 % onderskeidelik. Verder het hy aangetoon dat daar 'n sterk verband bestaan tussen 'n 40 km laboratoriumtydtoets en 'n 40 km padtydtoets in 'n ondersoek waar 8 goed inge oefende fietsryers beide tydtoetse op verskillende dae voltooi het ($r = 0.98$; $p < 0.001$) [Palmer et al, 1996].

Individuele tydtoetse is waarskynlik 'n beter meetinstrument van individuele fietsryprestasie as bondelwingspringwedrenne, aangesien spantaktiek en bondelry 'n beduidende invloed kan hê op die uitslag van 'n bondelwingspringwedren. Dit wil voorkom asof individuele tydtoetse 'n groter lading op die fietsryer se kardiovaskulêre sisteem plaas as in die geval van bondelwingspringwedrenne. Palmer et al (1994) het getoon dat die harttempo van 'n groep fietsryers ($n = 7$) tydens 'n 16 km individuele tydtoets 92 % ($\pm SA$ 6.2) van die tyd tussen 91 - 100 % van hul maksimale harttempo (soos gemeet tydens 'n veldtoets) was, terwyl hul harttempo tydens 'n 105 km bondelwingspringwedren slegs 8.7 % ($\pm SA$ 4.8) van die tyd tussen 91 - 100 % van hul maksimale harttempo was. Dit wil dus voorkom dat individuele tydtoetse 'n beter meetinstrument van 'n fietsryer se fisiologiese inoefeningstoestand is as groepwedrenne.

Coyle et al (1991) en Bishop (1997) het fietsryprestasie gemeet m.b.v. 'n een uur-laboratoriumtoets. Fietsryprestasie is gedefinieer as die hoogste gemiddelde werkklas wat die fietsryers kon volhou in een uur. Coyle et al (1991) het getoon dat 'n 1 uur laboratoriumtoets geldig is (daar was 'n sterk verband tussen prestasie in die 1 uur laboratoriumtoets en die 40 km padtydtoets; $r = -0.88$; $p < 0.01$), terwyl Bishop (1997) die

¹ SA = standaardafwyking

betroubaarheid van hierdie toets bereken het ($SF^2 = 3.4 W$; koëffisiënt van variasie³ = $\pm 2.7 \%$).

Coyle et al (1988) het ook fietsryprestasie gemeet as die tyd (min) wat fietsryers ($n = 14$) teen 'n intensiteit van 88 % van hul VO_{2maks} kon oefen. Hierdie prestasie veranderlike het 'n sterk verband getoon met die % VO_{2maks} by T_{lakt} ($r = 0.90$, $p < 0.001$) en die aantal kapillêres per vierkante millimeter in die M. vastus lateralis ($r = 0.74$, $p < 0.01$). T_{lakt} is in hierdie studie gedefinieer as die punt waar [bloedlaktaat] meer as 1mM styg vanaf die basislyn.

Tyd-tot-uitputting-protokolle, soos wat Coyle et al (1988) gebruik het, is egter nie altyd betroubaar nie. McLellan et al (1995) het die betroubaarheid van die tyd-tot-uitputting-protokol in 15 mans ($VO_{2maks} = 47.0 \pm SF 4.9 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) by 'n oefeningsintensiteit van 80 % VO_{2maks} ondersoek. Nadat die toets 5 keer herhaal is, is gevind dat die koëffisiënt van variasie vir die individue gevarieer het vanaf 2.8 % tot 31.4 % (die gemiddelde KvV vir die groep was 17.3%).

In 'n tyd-tot-uitputting-protokol (~75 % W_{maks} , waar W_{maks} die maksimale werkklas verteenwoordig wat bereik kon word tydens 'n inkrementele oefeningstoets), het Jeukendrup et al (1996) 'n KvV van 26.6% gevind. Krebs & Powers (1989) het met 10 hoogs gemotiveerde mans soortgelyke herhaalbaarheid gevind in 'n tyd-tot-uitputting-protokol teen 'n oefenintensiteit van 80% VO_{2maks} (gemiddelde KvV = 20.3%).

Die feit dat die proefpersoon nie weet hoe lank (tyd en/of afstand) die tyd-tot-uitputting-protokol gaan duur nie, kan moontlik 'n verklaring wees vir die swak herhaalbaarheid van die toets. Laboratorium- en padtydtoetse, daarenteen, het 'n vasgestelde tyd of afstand en gevolglik kan die proefpersoon homself motiveer en doelwitte stel ten einde die toets so vinnig as moontlik af te lê. Vir hierdie rede is die herhaalbaarheid van

² SF = standaardfout van die gemiddelde waarde

³ Die koëffisiënt van variasie is 'n aanduiding van die betroubaarheid van 'n meetinstrument en word as volg bereken:

$$\text{Koëffisiënt van variasie (KvV)} = [\text{standaardafwyking (SA)} / \text{gemiddelde (GEM)}] \cdot 100 \%$$

tydtoetse waarskynlik beter as dié van tyd-tot-uitputting toetse.

C. VOORSPELLERS VAN FIETSRYPRESTASIE

1. Maksimale suurstofopname (VO_{2maks})

'n Hoë maksimale suurstofopname (VO_{2maks}) word oor die algemeen beskou as 'n noodsaaklike voorvereiste vir topprestasie in uithouvermoë tipe sport, insluitende padfietsry (Hagberg et al, 1979; Malhotra et al, 1984; Coyle et al, 1988; Coyle et al, 1991; Wilber et al, 1997; Lucía et al, 1998). Daar is egter nie eenstemmigheid in die literatuur oor die bruikbaarheid van VO_{2maks} as 'n voorspeller vir fietsryprestasie nie (Hopkins & McKenzie, 1994; Loftin & Warren, 1994; Zhou et al, 1997; Bentley et al, 1998). Noakes (1988) het tot die gevolgtrekking gekom dat VO_{2maks} 'n goeie maatstaf is van atletiese potensiaal in 'n heterogene groep atlete, maar 'n swak voorspeller is by 'n homogene groep atlete. Dit is ook bekend dat elite atlete se VO_{2maks} 'n plato bereik en nie verder verbeter nie, ten spyte van verdere inoefening en 'n toename in fiksheid (Van Ingen Schenau et al, 1992; Barbeau et al, 1993). Verskeie studies het egter die verband ondersoek tussen fietsryprestasie en VO_{2maks} (Tabel 1).

TABEL 1. DIE VERBAND TUSSEN VO_{2maks} EN FIETSRYPRESTASIE.				
Outeurs en proefpersone	Meting van fietsryprestasie	Uitdrukking van VO_{2maks}	Korre-lasie (r)	p-waarde
Padilla et al (1996); amateur fietsryers (n = 12)	Maksimum spoed tydens 'n inkrementele velodrome toets	* $\ell.\text{min}^{-1}$	0.93	p < 0.001
		* $\ell.\text{min}^{-1}.\text{m}^{-2}$	0.89	p < 0.05
		* $\text{ml}.\text{kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$	0.76	p < 0.05
Coyle et al (1988); kompeterende fietsryers (n = 14)	Tyd-tot-uitputting (88% VO _{2maks})	* $\ell.\text{min}^{-1}$ * $\text{ml}.\text{kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$	0.62 0.49	p < 0.05 p > 0.10
Loftin & Warren (1994); kompeterende fietsryers (n = 12)	16.1 km laboratorium tydtoets	* $\ell.\text{min}^{-1}$	-0.31	p > 0.05
Bentley et al (1998); sosiale driekampatlete (n = 10)	40 km fietsrybeen van driekampresies	* $\ell.\text{min}^{-1}$ * $\text{ml}.\text{kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$	-0.80 -0.56	p < 0.006 p > 0.05
Zhou et al (1997); amateur driekampatlete (n = 10)	30 km fietsrybeen van driekampresies	* $\ell.\text{min}^{-1}$ * $\text{ml}.\text{kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$	-0.56 -0.58	p > 0.05 p > 0.05
Nichols et al (1997); vroulike kompeterende meesters fietsryers (n = 13)	13.5 km padtydtoets	* ($\ell.\text{min}^{-1} +$ $\text{ml}.\text{kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$)	-0.85	p < 0.05
	20 km padtydtoets	* ($\ell.\text{min}^{-1} +$ $\text{ml}.\text{kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$)	-0.83	p < 0.05
Hopkins & McKenzie (1994); kompeterende fietsryers/driekampatlete (n = 8)	40 km padtydtoets	* $\text{ml}.\text{kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$	0.42	p > 0.05
Miller & Manfredi (1987); kompeterende fietsryers (n = 21)	15 km padtydtoets	* $\ell.\text{min}^{-1}$	-0.68	p < 0.01
		* $\text{ml}.\text{kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$	-0.68	p < 0.01
Krebs et al (1986); klub fietsryers (n = 25)	40.25 km padtydtoets	* $\text{ml}.\text{kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$	-0.45	p < 0.05
Malhotra et al (1984); nasionale vlak padfietsryers (n = 14)	84 km padtydtoets	* $\ell.\text{min}^{-1}$	-0.87	p < 0.05
		* $\text{ml}.\text{kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$	-0.81	p < 0.05
		* $\text{ml}.\text{kgVLM}^4$ $^1.\text{min}^{-1}$	-0.78	p < 0.05

⁴ Vetvrye liggaamsmassa

In die meeste studies was daar 'n omgekeerde verband tussen VO_{2maks} en prestasie in 'n tydtoets, m.a.w. hoe hoër die fietsryer se VO_{2maks} , hoe vinniger het hy die tydtoets afgelê. Slegs een studie (Hopkins & McKenzie, 1994) het 'n positiewe korrelasie gevind tussen fietsryprestasie en VO_{2maks} . In hierdie studie het die proefpersone se W_{maks} ook 'n positiewe verband getoon met hul tydtoetsprestasie ($r = 0.20$, $p > 0.05$). Die klein steekproef ($n = 8$) en die homogeniteit van die groep t.o.v. VO_{2maks} ($64 - 73 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) was waarskynlik die rede waarom die groep se maksimale fisiologiese veranderlikes (VO_{2maks} en W_{maks}) swak gekorreleer het met hul fietsryprestasie.

Die meeste navorsers het VO_{2maks} uitgedruk in beide absolute ($\ell\cdot\text{min}^{-1}$) en relatiewe ($\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) waardes (Malhotra et al, 1984; Miller & Manfredi, 1987; Coyle et al, 1988; Padilla et al, 1996; Nichols et al, 1997; Zhou et al, 1997; Bentley et al, 1998). In die meeste studies het absolute VO_{2maks} beter met fietsryprestasie gekorreleer as die relatiewe VO_{2maks} (Malhotra et al, 1984; Coyle et al, 1988; Padilla et al, 1996; Bentley et al, 1998). Daar was egter uitsonderings waar die twee waardes dieselfde korrelasie opgelewer het (Miller & Manfredi, 1987; Nichols et al, 1997).

Hierdie bevinding, dat absolute VO_{2maks} , eerder as relatiewe VO_{2maks} , beter korreleer met fietryprestasie (spesifiek tydens tydtoetse en laboratoriumtoetse), word verklaar deur 'n studie deur Swain et al (1988), wat gevind het dat op 'n gelyk pad, het fisies groot fietsryers (met 'n hoë absolute VO_{2maks}) 'n voordeel bo fisies klein fietsryers, weens die groter fietsryer se kleiner frontale area:liggaamsgewig verhouding (16% kleiner). Aangesien tyd-tot-uitputting protokolle in 'n laboratorium afgelê word, waar gravitasie nie 'n beduidende rol speel op prestasie nie, is dit nie verbasend dat Coyle et al (1988) 'n beter korrelasie gevind het tussen fietsryprestasie en absolute VO_{2maks} , as tussen fietsryprestasie en relatiewe VO_{2maks} nie ($r = 0.62$, $p < 0.05$ vs $r = 0.49$, $p > 0.05$).

Die meeste studies wat die verband tussen VO_{2maks} en fietsryprestasie ondersoek het, het van tydtoetse gebruik gemaak (Malhotra et al, 1984; Krebs et al, 1986; Miller & Manfredi, 1987; Hopkins & McKenzie, 1994; Loftin & Warren, 1994; Nichols et al, 1997; Zhou et al, 1997; Bentley et al, 1998). Dit is egter nie duidelik watter tydtoets-afstand die beste met VO_{2maks} korreleer nie. Nichols et al (1997) kon nie 'n sterker verband vind

tussen VO_{2maks} ($\ell \cdot \text{min}^{-1}$) en prestasie met 'n kortafstand tydtoets (13.5 km), as Malhotra et al (1984) met 'n langafstand tydtoets (84 km) nie ($r = -0.85$ en -0.87 onderskeidelik, $p < 0.05$).

Zhou et al (1997) en Bentley et al (1998) het fietsryprestasie tydens 'n driekamp-kompetisie gemeet. Alhoewel die fietsrybeen van 'n driekamp-kompetisie ooreenstem met 'n tydtoets, i.t.v. afstand en windbeskerming (geen bondelry word toegelaat nie), moet in gedagte gehou word dat die driekampatlete reeds 1 - 1.5 km geswem het, voordat hulle die fietsry gedeelte aanpak. Bentley et al (1998) het nogtans 'n sterk verband gevind tussen die absolute VO_{2piek} van 10 driekampatlete en hul tyd in die 40 km fietsrybeen ($r = -0.80$, $p < 0.006$). Die nie-beduidende korrelasie tussen die relatiewe VO_{2piek} van die ryers en hul fietsrytyd ($r = -0.56$, $p > 0.05$) is 'n verdere toeligting van die feit dat 'n tydtoetsryer waarskynlik meer baat vind by 'n hoë absolute VO_{2piek} , as 'n hoë relatiewe VO_{2piek} .

2. Anaërobiese draaipunt (T_{An})

Die anaërobiese draaipunt (T_{An}) verwys na die kritiese oefeningsintensiteit waar daar 'n skielike (nie-liniêre) toename (vanaf die basislyn waarde) in bloedlaktat konsentrasie, minuutventilasie (V_E), en/of geëkspireerde CO_2 (VCO_2) is, soos gemeet tydens 'n progressief inkrementele oefeningsprotokol. T_{An} word gewoonlik uitgedruk in terme van VO_2 ($\ell \cdot \text{min}^{-1} / \text{m}\ell \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ of $\%VO_{2maks}$), en/of die werkklas by daardie punt (absolute werkklas; relatiewe werkklas ($W \cdot \text{kg}^{-1}$) of $\% W_{maks}$, waar W_{maks} die hoogste werkklas is wat die persoon kan voltooi tydens 'n inkrementele oefeningstoets).

Hoewel sommige navorsers die term ventilatoriese draaipunt (T_{vent}) of laktatdraaipunt (T_{lakt}) verkies, is dit uit die literatuur duidelik dat hierdie terme, die definisies van die draaipunte en die metodes hoe die draaipunte bepaal word, nie eenvormig gebruik word nie. 'n Bespreking oor die korrekte gebruik van terminologie, asook die verwantskap tussen T_{An} , T_{vent} en T_{lakt} , is buite die raamwerk van hierdie tesis. Gevolglik word die anaërobiese draaipunt (T_{An}) as 'n alles-insluitende term in hierdie tesis gebruik. Die spesifieke draaipunt (T_{An} , T_{vent} of T_{lakt}) word slegs gerapporteer wanneer studies uit

die literatuur aangehaal word.

Die meeste studies met kompeterende en elite fietsryers het getoon dat hierdie fietsryers hoë T_{An} waardes het, nl. meer as 70% en dikwels meer as 80% van die VO_{2maks} [Miller & Manfredi, 1987; Faria et al, 1989; Coyle et al, 1991; Wilber et al, 1997; Lucía et al, 1998](Tabel 2). Dit wil dus voorkom asof 'n hoë anaërobiese draaipunt 'n voorvereiste is vir goeie prestasies in topvlak-fietsry. Talle studies het ook 'n sterk verband gevind tussen T_{vent} en T_{lakt} , en fietsryprestasie (Tabel 3).

TABEL 2. ANAëROBIESE DRAAIPUNTE VAN KOMPETERENDE/ELITE FIETSRYERS.			
Outeur(s)	Proefpersone	Tipe draaipunt	Waardes
Lucía et al (1998)	n = 25 elite manlike padfietsryers	T_{vent}^a	80.4 ± SA 6.6
Lucía et al (1998)	n = 25 professionele manlike padfietsryers	T_{vent}^a	87.0 ± SA 5.9
Wilber et al (1997)	n = 10 elite manlike padfietsryers	T_{lakt}^d	80.1 ± SA 3.2
Coyle et al (1991)	n = 9 elite manlike padfietsryes	T_{lakt}^e	79.2 ± SF 3.3
Faria et al (1989)	n = 15 elite junior manlike fietsryers	T_{vent}^b	83 ± SA 2.4
Miller & Manfredi (1987)	n = 22 kompeterende manlike fietsryers	T_{vent}^c	71.1 ± SA 6.4

waar: T_{vent}^a = die punt van 'n gelyktydige styging in $V_E \cdot VO_2^{-1}$ en $V_E \cdot VCO_2^{-1}$

T_{vent}^b = die punt waar VCO_2 en V_E afwyk van lineariteit sonder 'n soortgelyke afwyking in VO_2

T_{vent}^c = die punt waar $V_E \cdot VO_2^{-1}$ styg, sonder 'n styging in $V_E \cdot VCO_2^{-1}$

T_{lakt}^d = die punt van eksponensiële styging in [bloedlaktaat] vanaf die basislyn

T_{lakt}^e = die punt waar [bloedlaktaat] meer as 1 mM styg vanaf die basislyn

TABEL 3. DIE VERBAND TUSSEN T_{lakt} EN FIETSRYPRESTASIE.				
Outeur(s)	Meting van fietsryprestasie	Fisiologiese veranderlike	Korrelasie-koëffisiënt	p-waarde
Bentley et al (1998); n = 10	40 km padtydtoets (driekamp)	Werklas (W) by T_{lakt}^a	-0.67	p<0.05
Bishop et al (1998); n = 24	1 uur tydtoets in laboratorium	Werklas (W) by $T_{\text{lakt}}^{\text{ax}}$ (verskeie protokolle vir T_{lakt})	0.61 < r < 0.84	p<0.001
Nichols et al (1997); n = 13	13.5 km padtydtoets	Werklas (W) by T_{lakt}^b	-0.91	p<0.001
	20 km padtydtoets	Werklas (W) by T_{lakt}^b	-0.88	p<0.001
Coyle et al (1991); n = 15	1 uur tydtoets in laboratorium	VO_2 ($\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$) by T_{lakt}^b	0.93	p<0.001
Coyle et al (1988); n = 14	Tyd tot uitputting in laboratorium	% $\text{VO}_{2\text{maks}}$ by T_{lakt}^b	0.90	p<0.001

waar: $T_{\text{lakt}}^a = D_{\text{maks}}$ metode (gebruik 'n reguitlyn en gemodelleerde eksponensiële kurwe om die T_{lakt} te bepaal)

$T_{\text{lakt}}^{\text{ax}} = D_{\text{maks}}$ metode (het die beste korrelasie gegee, $r = 0.84$)

$T_{\text{lakt}}^b =$ die punt van 1mM styging in [bloedlaktat] vanaf die basislyn

TABEL 4. DIE VERBAND TUSSEN T_{vent} EN FIETSRYPRESTASIE.				
Outeur(s)	Meting van fietsryprestasie	Fisiologiese veranderlike	Korrelasie-koëffisiënt	p-waarde
Zhou et al (1997); n = 10	30 km padtydtoets (driekamp)	f_H by T_{vent}^a	-0.65	p<0.05
		VO_2 ($\ell \cdot \text{min}^{-1}$) by T_{vent}^a	-0.60	p>0.05
		VO_2 ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) by T_{vent}^a	-0.58	p>0.05
		Werklas (W) by T_{vent}^a	-0.61	p>0.05
Hopkins & McKenzie (1994); n = 8	40 km padtydtoets	Werklas (W) by T_{vent}^b	-0.81	p<0.05
Loftin & Warren (1994); n = 12	16.1 km tydtoets in laboratorium	VO_2 ($\ell \cdot \text{min}^{-1}$) by T_{vent}^c	-0.76	p<0.05
		% $VO_{2\text{maks}}$ by T_{vent}^c	-0.69	p<0.05
Miller & Manfredi (1987); n = 22	15 km padtydtoets	VO_2 ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) by T_{vent}^c	-0.94	p<0.001
		VO_2 ($\ell \cdot \text{min}^{-1}$) by T_{vent}^c	-0.76	p<0.05
		% $VO_{2\text{maks}}$ by T_{vent}^c	-0.83	p<0.05

waar: T_{vent}^a = die punt waar V_E nie-liniër toeneem t.o.v. VO_2

T_{vent}^b = die V-helling metode ('n nie-liniêre styging in VO_2 teenoor VCO_2)

T_{vent}^c = die punt van styging in $V_E \cdot VO_2^{-1}$ sonder 'n styging in $V_E \cdot VCO_2^{-1}$

Vanuit tabel 3 en 4 is dit duidelik dat daar 'n sterk verband bestaan tussen T_{lakt} en T_{vent} , en fietsryprestasie. Vir al die studies het die volgende gegeld: hoe hoër die draaipunt, hoe beter die fietsryprestasie. Heelwat studies (Hopkins & McKenzie, 1994; Nichols et al, 1997; Bentley et al, 1998; Bishop et al, 1998) het 'n sterk korrelasie gevind tussen fietsryprestasie en die kritiese werkklas (W) by T_{An} . Hierdie studies kon die beste (en soms die enigste) korrelasie met fietsryprestasie kry deur T_{An} uit te druk as die werkklas by daardie punt. In teenstelling hiermee is daar nie 'n goeie korrelasie tussen die harttempo by T_{An} en fietsryprestasie nie. Slegs Zhou et al (1997) het 'n statisties betekenisvolle korrelasie van $r = -0.65$ gevind ($p < 0.05$).

Alhoewel dit insiggewend is om die verband tussen T_{An} en fietsryprestasie te ondersoek, moet regressie-analises uitgevoer word om te kan voorspel hoe goed T_{An}

fietsryprestasie voorspel. Nichols et al (1997) het gevind dat T_{lakt} 'n goeie voorspeller van 13.5 km en 20 km tydtoetstyd by kompeterende dames fietsryers ($n = 13$) is. Volgens die regressie-analise was die fietsryers se werkklas by T_{lakt} die beste voorspeller van prestasie in 'n 13.5 km ($r^2 = 0.83$, $p < 0.001$) en 20 km ($r^2 = 0.78$, $p < 0.001$) tydtoets. Coyle et al (1991) het getoon dat VO_2 ($\ell \cdot \text{min}^{-1}$) by T_{lakt} een van die beste voorspellers van fietsryprestasie in 'n 1-uur laboratoriumtoets is ($r^2 = 0.86$). Hopkins & McKenzie (1994) kon fietsryprestasie in 'n 40 km padtydtoets die beste voorspel met 'n kombinasie van $VO_{2\text{maks}}$ ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) en die werkklas by T_{lakt} ($r^2 = 0.75$, $p < 0.05$), terwyl Miller & Manfredi (1987) gevind het dat VO_2 ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) by T_{vent} die grootste enkele voorspeller van die 15 km padtydtoetstyd by 22 fietsryers was ($r^2 = 0.88$, $p < 0.001$).

Coyle et al (1988) het 14 fietsryers met dieselfde $VO_{2\text{maks}}$ in 'n lae ($65.8 \pm \text{SF } 4.5 \% VO_{2\text{maks}}$) en hoë ($81.5 \pm \text{SF } 4.8 \% VO_{2\text{maks}}$) T_{lakt} groep verdeel. Die fietsryers met die hoë T_{lakt} het twee maal beter gevaar in 'n tyd-tot-uitputting protokol ($60.8 \pm \text{SF } 8.2 \text{ min}$ vs $29.1 \pm \text{SF } 13.2 \text{ min}$, $p < 0.001$ onderskeidelik), en twee maal minder glikogeen verbruik (soos gemeet in die vastus lateralis) as die lae T_{lakt} - groep ($27.9 \pm \text{SF } 8.0 \text{ mmol/kg}$ vs $65.4 \pm \text{SF } 14.8 \text{ mmol/kg}$, $p < 0.001$ onderskeidelik). Hieruit blyk dit dat $\% VO_{2\text{maks}}$ by T_{lakt} 'n beter voorspeller is van fietsryprestasie in 'n tyd-tot-uitputting-protokol as $VO_{2\text{maks}}$.

3. Die maksimum werkklas (W_{maks})

Verskeie studies met elite fietsryers het gevind dat hierdie atlete in staat is om hoë werklaste te behaal tydens maksimale inkrementele oefeningstoetse (Palmer et al, 1996; Wilber et al, 1997; Lucía et al, 1998). Tabel 5 toon dat elite manlike fietsryers gewoonlik meer as 420 W behaal tydens 'n inkrementele oefeningstoets in die laboratorium.

TABEL 5. W_{maks} VAN ELITE PADFIETSRYERS.				
(Waardes word aangetoon as gem. \pm SA)				
Outeur(s)	Proefpersone	Protokol	W_{maks}	$W.kg^{-1}$
Lucía et al (1998)	n = 25 elite manlike padfietsryers	Inkremete van 25 W/min; begin by 0W	429 ± 32^a	6.4 ± 0.5
Lucía et al (1998)	n = 25 professionele manlike padfietsryers	Inkremete van 25 W/min; begin by 0W	466 ± 31^a	6.7 ± 0.4
Wilber et al (1997)	n = 10 elite manlike padfietsryers	Inkremete van 25 W/min; begin by submaksimale werkklas	470 ± 35^b	6.5 ± 0.3
Wilber et al (1997)	n = 10 elite vroulike padfietsryers	Inkremete van 25 W/min; begin by submaksimale werkklas	333 ± 21^b	5.5 ± 0.5
Palmer et al (1996)	n = 10 hoogs ingeoefende manlike padfietsryers	Inkremete van 20 W/min; begin by 250 W	443.3 ± 38^a	5.71 ± 0.2

waar: W_{maks}^a = die hoogste gemiddelde werkklas wat bereik is

$W_{maks}^b = W_{VL} + (25W \cdot t.60^{-1})$; waar W_{VL} = die laaste voltooide werkklas en t = duur van die laaste onvoltooide werkklas

$W.kg^{-1} = W_{maks}$ gedeel deur liggaamsmassa (kg)

Lucía et al (1998) het aangetoon dat professionele fietsryers statisties beduidende hoër werklaste behaal as elite fietsryers tydens 'n maksimale oefeningstoets ($466 \pm SF 6.16$ W vs $428 \pm SF 6.36$ W, $p < 0.001$), ten spyte van soortgelyke VO_{2maks} -waardes ($72.9 \pm SA 5.7$ ml.kg⁻¹.min⁻¹ en $73.9 \pm SA 7.4$ ml.kg⁻¹.min⁻¹ vir die elite en professionele fietsryers onderskeidelik, $p > 0.05$). Daarteenoor kon Lopategui et al (1986) geen verskil

in die maksimale werkklas van elite (USCF⁵ kategorie I en II) en beginner (USCF kategorie III en IV) fietsryers meet nie ($316 \pm \text{SF } 35 \text{ W}$ vs $305 \pm \text{SF } 32 \text{ W}$ onderskeidelik, $p > 0.05$). Die twee groepe fietsryers het ook nie statisties beduidend verskil t.o.v. hulle $\text{VO}_{2\text{maks}}$ nie ($69.6 \pm \text{SF } 5.1 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ en $58.8 \pm \text{SF } 8.4 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, $p > 0.05$ vir elite en beginner fietsryers onderskeidelik).

In die meeste studies waarin W_{maks} gebruik is as 'n fisiologiese veranderlike om fietsryprestasie te voorspel, is 'n sterk verband gekry tussen fietsryprestasie en W_{maks} (Hawley & Noakes, 1992; Zhou et al, 1997; Bentley et al, 1998; Bishop et al, 1998). Bishop et al (1998), in 'n studie met 24 dames fietsryers en driekampatlete, het 'n sterk verband gekry tussen W_{maks} en fietsryprestasie in 'n 1-uur laboratorium tydtoets ($r = 0.81$, $p < 0.001$). Net so kon Bentley et al (1998) met 10 manlike driekampatlete 'n sterk verband toon tussen W_{maks} en fietsryprestasie in 'n 40 km padtydtoets ($r = -0.87$, $p < 0.01$). Hawley en Noakes (1992) het die verband tussen W_{maks} en 'n 20km padtydtoets in 19 manlike klubfietsryers ondersoek en ook 'n sterk korrelasie gevind ($r = -0.91$, $p < 0.001$); d.w.s. W_{maks} het 82 % van die variasie in 20 km tydtoetstyd verduidelik. Dit moet egter genoem word dat die fietsryers in laasgenoemde studie baie heterogeen was t.o.v. fietsryvermoë, soos weerspieël word in die 20 km tydtoetstyd ($37:16 \pm \text{SA } 4:12 \text{ min}$, reikwydte 31:13 - 44:58 min). Dit is dus onwaarskynlik dat hierdie goeie korrelasies geëkstrapoleer kan word na 'n homogene (of elite) groep fietsryers.

Hopkins & McKenzie (1994), in 'n studie met 8 kompeterende fietsryers, kon geen verband vind tussen 40 km tydtoetstyd en W_{maks} nie ($r = 0.20$, $p > 0.05$). Dit was egter 'n klein steekproef wat redelik homogeen was t.o.v. aërobiese potensiaal ($\text{VO}_{2\text{maks}}$: $68 \pm \text{SA } 3 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$). Ten spyte hiervan kon die navorsers egter 'n beduidende korrelasie vind tussen die werkklas (W) by T_{vent} en fietsryprestasie ($r = -0.81$, $p < 0.05$).

Loftin & Warren (1994) het beginner fietsryers (USCF kategorie III en IV) verdeel in 'n hoë T_{vent} ($n = 6$) en lae T_{vent} ($n = 6$) groep ($76.9 \pm \text{SA } 4 \text{ \%VO}_{2\text{maks}}$ vs $68 \pm \text{SA } 2.8 \text{ \%VO}_{2\text{maks}}$, $p < 0.05$). Alhoewel die hoë T_{vent} groep beduidend beter gevaar het in 'n 16.1

⁵ United States Cycling Federation

km laboratorium tydtoets, as die lae T_{vent} groep ($16.29 \pm SA 2.08$ min vs $20.93 \pm SA 3.33$ min, $p < 0.05$ onderskeidelik), het die twee groepe nie van mekaar verskil t.o.v. W_{maks} nie (389.2 ± 56.9 W vs 387.5 ± 97.1 , $p > 0.05$ onderskeidelik).

Hoewel die meeste studies wel 'n statisties beduidende korrelasie tussen W_{maks} en fietsryprestasie gevind het (Hawley & Noakes, 1992; Craig et al, 1993; Zhou et al, 1997; Bentley et al, 1998; Bishop et al, 1998), is hierdie verband egter nie so sterk soos dié tussen T_{An} en fietsryprestasie nie. Ten spyte hiervan is daar steun in die literatuur (Hawley & Noakes, 1992; Bishop et al, 1998) vir die gebruik van W_{maks} as voorspeller van fietsryprestasie, weens die goeie korrelasie met fietsryprestasie en VO_{2maks} (Hawley & Noakes, 1992; Craig et al, 1993; Zhou et al, 1997; Bentley et al, 1998; Bishop et al, 1998), asook die maklike uitvoerbaarheid en bekostigbaarheid van die toets (Bishop et al, 1998).

4. Fietsryondervinding en -inoefening

4.1. *Fietsryondervinding*

Die meeste navorsers (Miller & Manfredi, 1987; Coyle et al, 1988; Nichols et al, 1997) beskryf fietsryondervinding as die aantal jare van fietsry-inoefening. Coyle et al (1988) het gevind dat twee groepe fietsryers wat beduidend van mekaar verskil het t.o.v. fietsryondervinding ($5.1 \pm SF 2.4$ jaar vs $2.7 \pm SF 1.9$ jaar, $p < 0.05$), ook statisties betekenisvol van mekaar verskil het t.o.v. fietsryprestasie in 'n tyd-tot-uitputting protokol ($60.8 \pm SF 8.2$ min vs $29.1 \pm SF 13.2$ min onderskeidelik, $p < 0.001$). Die korrelasie tussen tyd-tot-uitputting en fietsryondervinding was 0.62 ($p < 0.05$). Coyle et al (1991) stel voor dat fietsryondervinding muskulêre en neurologiese aanpassings bevorder wat spierglikogenolise tydens fietsry verminder, en gevolglik uithouvermoë prestasie verbeter.

Miller & Manfredi (1987) het in hul studie met 22 kompeterende fietsryers gevind dat fietsryondervinding (jare van fietsry) goed korreleer met fietsryprestasie in 'n 15 km padtydtoets ($r = -0.72$, $p < 0.05$). In 'n studie met 35 klubfietsryers het Krebs et al (1986) gevind dat fietsryondervinding die beste voorspeller van fietsryprestasie in 'n 40.25 km

padtydtoets is. Alhoewel die korrelasie tussen die tydtoets en maande fietsryondervinding nie buitengewoon goed was nie ($r = -0.63$, $p < 0.05$), het fietsryondervinding die beste korrelasie van al die gemete veranderlikes opgelewer (VO_{2maks} : $r = -0.45$; myle inoefening per week: $r = -0.55$; maande inoefening voor die studie: $r = -0.47$). Nadat Krebs se fietsryers verdeel is in 'n ervare (>15 maande fietsryondervinding) en 'n onervare groep (<15 maande fietsryondervinding), het die navorsers gevind dat die ervare fietsryers beduidend meer geoefen het (289.8 ± 112.9 km /week vs 212.4 ± 107 km/week, $p < 0.05$ onderskeidelik), en dat hulle ook teen 'n hoër intensiteit geoefen het as die onervare groep (77.8 ± 8 % van maksimum inoefening spoed vs 72.2 ± 7 % van maksimum inoefening spoed, $p < 0.05$ onderskeidelik).

Nichols et al (1997) het met kompeterende veteraan vroue fietsryers ($n = 13$) geen beduidende verband gevind tussen fietsryondervinding en fietsryprestasie in 'n 13.5 km ($r = -0.45$, $p = 0.11$) en 20 km ($r = -0.31$, $p = 0.29$) padtydtoets nie. Die rede vir die swak korrelasie kon wees a.g.v. die klein steekproef óf die homogeniteit van die groep. Coyle et al (1988) het egter 'n beduidende korrelasie ($r = 0.62$, $p < 0.05$) tussen fietsry ondervinding en fietsryprestasie in 'n tyd-tot-uitputting protokol gevind met 'n steekproef van 14 fietsryers.

Opsommend blyk dit dat fietsryondervinding (uitgedruk as jare van fietsry) nie 'n sterk verband toon met fietsryprestasie nie, hoewel sommige studies wel 'n matige verband tussen die twee veranderlikes toon.

4.2. Fietsry-inoefening

Fietsry-inoefening word deur die meeste navorsers aangedui as die aantal kilometers (of myle) van inoefening per week (Krebs et al, 1986; Miller & Manfredi, 1987; Nichols et al, 1997). Krebs et al (1986) het egter 'n omvattende opsomming van sy proefpersone ($n = 35$) se inoefeningsprogram gemaak en dit beskryf as kilometers geoefen per week, maande geoefen voor die studie, inoefeningsintensiteit (% van maksimum spoed), aantal 160 km padwedrenne voltooi en die aantal 40 km padtydtoetse voltooi. Alhoewel daar 'n noue verband tussen fietsryondervinding en

fietsry-inoefening bestaan, het eersgenoemde (fietsryondervinding) meer betrekking op die langtermyn inoefeningsgeskiedenis van die ryers, terwyl laasgenoemde (fietsry-inoefening) meer fokus op die huidige inoefeningstoestand van die fietsryer.

Miller & Manfredi (1987) het gevind dat daar 'n beduidende verband bestaan tussen 'n 15 km tydtoets en die aantal myle geoefen per week in 22 kompeterende fietsryers ($r = -0.64$, $p < 0.05$). Nichols et al (1997) het ook 'n sterk verband aangetoon tussen fietsryprestasie in 'n 13.5 km en 20 km padtydtoets en die aantal myle geoefen per week ($r = -0.75$, $p = 0.003$ en $r = -0.68$, $p = 0.01$ onderskeidelik). In 'n studie met 35 klubfietsryers het Krebs et al (1986) 'n statisties beduidende verband gekry tussen fietsryprestasie in 'n 40.25 km padtydtoets en die myle wat die fietsryers per week geoefen het ($r = -0.55$, $p < 0.05$). Interessant genoeg het die aantal 160 km fietsrywedrenne wat die fietsryers voor die studie voltooi het, 'n beter korrelasie met fietsryprestasie gehad as myle per week geoefen ($r = -0.57$ vs $r = -0.55$). Ander aanduiders van inoefening wat beduidend met fietsryprestasie gekorreleer het, was maande geoefen voor die studie ($r = -0.47$, $p < 0.05$); inoefeningsintensiteit ($r = -0.28$, $p < 0.05$) en die aantal 40 km tydtoetse wat voltooi is voor die studie ($r = -0.51$, $p < 0.05$).

Uit bogenoemde blyk dit dus dat fietsry-inoefening 'n matige korrelasie toon met fietsryprestasie. Dit is insiggewend dat sekere fisiologiese veranderlikes, bv. T_{An} , en tot 'n mate VO_{2maks} en W_{maks} , 'n sterker verband toon met fietsryprestasie, as fietsry-inoefening. Fietsry-inoefening kan egter nie losgemaak word van bogenoemde fisiologiese veranderlikes nie. Alhoewel die oorsaak en gevolg verband tussen fietsry-inoefening en sekere fisiologiese veranderlikes nie met sekerheid afgelei kan word nie, het Lucia et al (1998) gevind dat professionele fietsryers wat statisties betekenisvol meer in 'n seisoen geoefen het as elite fietsryers ($32\ 000 \pm SA\ 5000$ km vs $24\ 000 \pm SA\ 2500$ km, $p < 0.001$ onderskeidelik), beduidend hoër waardes gehad het vir W_{maks} (466 ± 30.8 W vs 428.6 ± 31.7 W, $p < 0.001$ onderskeidelik) en T_{vent} ($87 \pm 5.9\ \%VO_{2maks}$ vs $80.4 \pm 5.9\ \%VO_{2maks}$, $p < 0.001$ onderskeidelik).

5. Antropometriese veranderlikes

Die morfologie van 'n fietsryer speel 'n belangrike rol in sy aëro dinamika en die effek

van swaartekrag terwyl hy fietsry. Die fietsryer moet so min as moontlik energie gebruik om die invloed van windweerstand en swaartekrag te oorkom en te beperk. Op 'n gelyk pad geniet die fisies groot fietsryer 'n voordeel bo die kleiner ryer, aangesien die fisies groter ryer se frontale area : VO_2 verhouding kleiner is en hy dus relatief minder energie verbruik om windweerstand te oorkom, as die fisies kleiner ryer (Swain et al, 1988). Hierteenoor geniet die fisies kleiner fietsryer teen 'n bult 'n voordeel bo die fisies groter fietsryer, aangesien die invloed van windweerstand weglaatbaar klein is en hy weens sy kleiner liggaamsmassa minder energie verbruik. Craig et al (1993) het aangetoon dat 'n verhoogde nie-funksionele liggaamsmassa 'n drie-dubbele effek het op die afname in prestasie tydens baanfietsry; dit verhoog die energiekoste van versnelling, rollende weerstand en die geprojekteerde frontale area van die fietsryer.

In die lig hiervan is dit voor-die-hand-liggend dat daar 'n korrelasie bestaan tussen die antropometrie van topfietsryers en hul prestasie (Hagberg et al, 1979; Burke, 1980; White et al, 1982; Faria et al, 1989; Tanaka et al, 1993; Wilber et al, 1997). Loftin & Warren (1994) het gevind dat persentasie liggaamsvet (%vet) 'n statisties beduidende verband toon met fietsryprestasie in 'n 16.1 km laboratorium tydtoets ($r = 0.62, p < 0.05$). Van al die ander antropometriese veranderlikes (bv. vetvrye liggaamsmassa, dy-omtrek en kuitomtrek), het % liggaamsvet die beste verband getoon met fietsryprestasie. Miller & Manfredi (1987) het soortgelyke resultate gevind met 22 kompeterende fietsryers, nl. 'n statisties beduidende korrelasie van 0.75 ($p < 0.05$), tussen die som van 6 velvoue en 'n 15 km tydtoets. Coyle et al (1991) het ook aangetoon dat vetvrye liggaamsmassa 'n statisties beduidende verband toon met fietsryprestasie in 'n 1 uur laboratorium tydtoets ($r = 0.65, p < 0.01$).

Slegs Krebs et al (1986) kon geen statisties beduidende verband kry tussen fietsryprestasie, % vet en vetvrye liggaamsmassa nie (korrelasie koëffisiënte is nie verskaf nie). Volgens hulle is die lae vetpersentasie wat gewoonlik by die meeste fietsryers voorkom, die rede vir die swak verband tussen fietryprestasie en vetpersentasie, en dat ander veranderlikes belangriker as antropometriese veranderlikes is by die voorspelling van fietryprestasie. Opsommend wil dit egter voorkom of daar wel 'n verband bestaan tussen fietsryprestasie en % liggaamsvet, hoewel vetpersentasie *per se* nie 'n goeie voorspeller van prestasie is nie.

Miller & Manfredi (1987) het gevind dat fietsryers se dy + kuit : arm + bors liggaamsomtrek verhouding 'n goeie verband toon met 'n 15 km tydtoets ($r = -0.64$, $p < 0.05$). In 'n meervoudige regressie-analise het 'n kombinasie van T_{vent} ($\text{m}\ell \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) en dy + kuit : arm + bors liggaamsomtrek verhouding, 93 % van die variasie in 15 km tydtoets prestasie verduidelik. Die navorsers het voorgestel dat 'n groter onderlyf tot bolyf verhouding voordelig is, aangesien dit windweerstand minimaliseer. In teenstelling hiermee, kon Loftin & Warren (1994) geen statisties beduidende verband kry tussen dy + kuit:arm + bors liggaamsomtrek verhouding en fietsryprestasie in 'n 16.1 km laboratorium tydtoets nie. Hulle het die afwesigheid van windweerstand (laboratoriumtoets) as 'n rede vir die swak korrelasie aangevoer ($r = -0.44$, $p > 0.05$).

Uit die literatuur kan afgelei word dat die antropometriese veranderlikes, en meer spesifiek % liggaamsvet en die onderlyf tot bolyf verhouding, fietsryprestasie bevorder, deurdat dit die invloed van windweerstand en swaartekrag tot 'n minimum beperk. In omstandighede waar windweerstand en swaartekrag egter nie 'n beduidende invloed het op fietsryprestasie nie (soos tydens laboratorium tydtoetse), speel antropometriese veranderlikes 'n minder belangrike rol.

6. Die morfologiese eienskappe van skeletspiere

Noakes (1988) stel voor dat prestasie in uithou vermoë sportsoorte moontlik voorspel kan word deur skeletale spierfaktore. Daar is egter min bekend oor die morfologiese eienskappe van skeletspiere van topfietsryers (Burke et al, 1977; Sjøgaard, 1984; Macková et al, 1986; Coyle et al, 1988; Coyle et al, 1991), asook die verband tussen hierdie eienskappe en fietsryprestasie (Coyle et al, 1988; Coyle et al, 1991).

6.1. Spierveseltipe

Die meeste studies (Burke et al, 1977; Sjøgaard, 1984; Macková et al, 1986; Melichna et al, 1986; Coyle et al, 1988; Coyle et al, 1991) toon aan dat kompeterende fietsryers 'n groter persentasie tipe I as tipe II spiervesels in hul vastus medialis en vastus lateralis spiere het. Coyle et al (1988) het 'n matige korrelasie gevind tussen % tipe I vesels en tyd-tot-uitputting in 'n studie met 14 kompeterende fietsryers ($r = 0.59$,

$p < 0.05$), maar 'n nie-beduidende korrelasie gevind tussen % tipe I vesels en die gemiddelde werkuitset (W) van 15 goeie fietsryers tydens 'n 1 uur laboratorium tydtoets ($r = 0.48$, $p > 0.05$) [Coyle et al, 1991].

Horowitz et al (1994) het 14 kompeterende fietsryers in twee groepe verdeel volgens die persentasie tipe I vesels in hul vastus lateralis: 'n hoë tipe I groep ($73 \pm SF 3 \%$) en 'n lae tipe I groep ($48 \pm SF 2 \%$). Fietsryprestasie in dié twee groepe is gemeet as die gemiddelde werkklas wat die persoon kon volhou tydens 'n 1 uur laboratorium tydtoets. Die hoë tipe I groep kon 'n 9 % hoër werkklas volhou, as die lae tipe I groep ($342 \pm SF 9 W$ vs $315 \pm SF 11W$, $p < 0.002$).

Burke et al (1977) stel egter voor dat 'n 50 % tipe I en 50 % tipe II spierveselsamestelling voordelig kan wees vir die fietsryer, aangesien kompeterende fietsry beide uithouvermoë en naelryvermoëns vereis. Burke et al (1977) kom tot die gevolgtrekking dat 'n buitengewone hoë persentasie tipe I of tipe II spiervesels nie 'n vereiste vir sukses in padfietsry is nie. Hierdie bevinding is gegrond op die feit dat 'n nasionale padfietsryer in sy studie slegs 31% tipe I vesels besit het, terwyl die destydse naelry-wêreldkampioen slegs 47 % tipe I vesels besit het. Volgens Gollnick & Matoba (1984) is daar dikwels groot variasie in die spierveselsamestelling van persone met soortgelyke atletiese prestasies en is dit dus onwaarskynlik dat spiersamestelling 'n bepaler is van atletiese prestasie.

6.2. Kapillêre digtheid

'n Uitgebreide kapillêre bed in die beenspiere is voordelig vir die fietsryer, aangesien dit 'n beter bloedvoorsiening aan die skeletspiere verseker en sodoende die verwydering van oefening-geïnduseerde byprodukte (soos laktaat) bevorder (Coyle et al, 1991). Kapillêre digtheid word normaalweg uitgedruk as die aantal kapillêres per spiervesel, óf die aantal kapillêres per vierkante millimeter. Studies met kompeterende fietsryers het getoon dat hierdie ryers 'n groot kapillêre digtheid in hul vastus medialis het (Sjøgaard, 1984; Coyle et al, 1988; Coyle et al, 1991). Waardes vir hierdie ryers is gewoonlik in die omgewing van 2.4 - 3.3 kapillêres per vesel en 380 - 500 kapillêres per mm^2 . In 'n studie met elite ($n = 13$) en kompeterende fietsryers ($n = 7$) het Sjøgaard

(1984) getoon dat elite fietsryers meer kapillêres per spiervesel en kapillêres per millimeter besit as kompeterende ryers [3.3 vs 2.1 en 509 vs 380 onderskeidelik, $p < 0.05$].

Coyle et al (1988) het gevind dat daar 'n sterk verband bestaan tussen die aantal kapillêres per vierkante millimeter en fietsryprestasie in 'n tyd-tot-uitputting protokol ($r = 0.74$, $p < 0.002$). Tesame met T_{lakt} (uitgedruk as % $VO_{2\text{maks}}$), het kapillêre digtheid 92% van die variasie in tyd-tot-uitputting verduidelik.

Alhoewel min studies die verband tussen kapillêre digtheid en fietsryprestasie ondersoek het, wil dit voorkom asof daar wel 'n positiewe korrelasie bestaan tussen kapillêre digtheid en fietsryprestasie. Die praktiese probleme rondom die bepaling van kapillêre digtheid ('n spierbiopsie is noodsaaklik), verhoed egter dat hierdie veranderlike roetine-gewys gemeet kan word.

7. VO_2 en harttempo (f_H) kinetika

Die gebruik van VO_2 en f_H kinetika as voorspellers van fietsryprestasie is nog deur weinig navorsers bestudeer (Craig et al, 1993; Kubukeli et al; 1999). VO_2 en f_H kinetika word gewoonlik uitgedruk as 'n tydkonstante en is 'n aanduiding van hoe vinnig die fietsryer se kardiovaskulêre en muskulêre sisteem aanpas by 'n skielike verhoging in die werkklas. Craig et al (1993) het 'n statisties beduidende korrelasie gevind tussen fietsryprestasie in 'n 4 km naelrit en die VO_2 tydkonstante teen 'n intensiteit van 115 % $VO_{2\text{maks}}$ by 18 kompeterende baanfietsryers ($r = 0.48$, $p < 0.05$). In 'n studie met 7 kompeterende fietsryers het Kubukeli et al (1999) 'n sterk verband gekry tussen die spoed van die f_H af-respons (% daling.min⁻¹) en fietsryprestasie in 'n 80 km bondelwegspringresies ($r = 0.93$, $p < 0.05$).

Alhoewel meer studies nodig is om 'n betekenisvolle uitspraak te maak t.o.v. die bruikbaarheid van VO_2 en f_H kinetika as voorspellers van fietsryprestasie, blyk dit in hierdie vroeë stadium dat veral harttempo kinetika 'n goeie verband met fietsryprestasie toon. Die feit dat die verkryging van 'n persoon se VO_2 en f_H kinetika nie 'n maksimale poging vereis nie, maak dit 'n meer praktiese toets om fietsryprestasie te voorspel.

D. OPSOMMING

Dit blyk uit bogenoemde dat heelwat fisiologiese en anatomiese veranderlikes in 'n mindere of meerdere mate 'n verband met fietsryprestasie toon. Die tradisionele voorspellers van uithouvermoë prestasie, te wete VO_{2maks} , T_{An} en W_{maks} , korreleer oor die algemeen goed met fietsryprestasie. Van al die veranderlikes toon T_{An} die sterkste verband met fietsryprestasie. Fietsryondervinding, fietsry-inoefening en antropometriese veranderlikes toon oor die algemeen 'n matige verband met fietsryprestasie, terwyl die morfologiese eienskappe van skeletspiere 'n matige tot swak verband toon met fietsryprestasie. Alhoewel min studies die verband tussen VO_2 en f_H kinetika en fietsryprestasie ondersoek het, toon voorlopige resultate dat hierdie veranderlikes potensiaal inhou vir die voorspelling van fietsryprestasie.

HOOFSTUK TWEE

SUURSTOFVERBRUIK (VO_2) EN HARTTEMPO (f_H) KINETIKA

A. INLEIDING

Die studie van suurstofverbruik (VO_2) en harttempo (f_H) kinetika behels die ondersoek na die fisiologiese veranderinge wat plaasvind op 'n akute verhoging of verlaging in die werkklas waarteen die persoon aanvanklik besig was om te oefen. Krogh en Lindhart (1913) het reeds in 1913 die veranderinge in minuutventilasie (V_E), harttempo (f_H) en suurstofverbruik (VO_2), na 'n skielike verhoging in die werkklas, ondersoek en die fisiologiese meganismes hiervan beskryf. Hoewel die interpretasie van hierdie fisiologiese veranderinge redelik ingewikkeld is, vervat dit belangrike inligting t.o.v. 'n persoon se fisiesheid en kardiovaskulêre gesondheid (Di Prampero et al, 1989; Koike et al, 1995; Regensteiner et al, 1998). Sommige navorsers (Craig et al, 1993 en Kubukeli et al, 1999) het ook die moontlikheid ondersoek dat hierdie fisiologiese veranderinge fietsryprestasie voorspel, maar die bruikbaarheid van VO_2 en f_H kinetika as voorspellers van fietsryprestasie is nog nie vasgestel nie.

B. VO_2 KINETIKA

1. Protokolle

Die bestudering van VO_2 kinetika impliseer dat persone onderwerp word aan oefening waartydens die intensiteit van oefening verander, sonder dat die proefpersoon in kennis gestel word, om sodoende die aanpassing van die fisiologiese veranderlikes (bv. VO_2) by die veranderde oefenintensiteit te ondersoek. Heelwat faktore speel egter 'n rol in die uiteindelijke manifestasie van die VO_2 -kurwe. VO_2 tydkonstantes is o.a. afhanklik van die spesifieke protokol wat gevolg word.

1.1. Die modaliteit van oefening:

Fietsry is sonder twyfel die mees gewilde modaliteit van oefening vir die bestudering van VO_2 kinetika. In die meeste studies word gebruik gemaak van 'n elektronies geremde fietsergometer, waar die oefenintensiteit vinnig en maklik verander kan word (Henson & Gaesser, 1989; Poole et al, 1991; Babcock et al, 1994; Gaesser et al, 1994; Belardinelli et al, 1995; Womack et al, 1995). Tydens fietsry is die proefpersoon se bolyf redelik bewegingloos, wat die meting van VO_2 , V_E , f_H en bloedlaktaatvlakke vergemaklik. Draaf (Margaria et al, 1965; Berry & Moritani, 1985), plantaarfleksie (Chilibeck et al, 1997) en armroei (Cerretelli et al, 1979) is tot 'n mindere mate gebruik in die bestudering van VO_2 kinetika.

1.2. Die aard van die geforseerde werklas:

Met die bestudering van VO_2 kinetika het navorsers tot dusver hoofsaaklik vyf tipes protokolle gebruik om die oefenintensiteit te verander:

- i) 'n sinusoïdale protokol waar die werklas in die vorm van 'n sinuskurwe verander (Casaburi et al, 1977; Bakker et al, 1980);
- ii) 'n inkrementele protokol waar die weerstand progressief verhoog word (Zhang et al, 1991; Yoshida et al, 1995);
- iii) 'n impulsprotokol waar die toetspersoon vir 'n kort tydjie (5 - 10 s) blootgestel word aan 'n hoë werklas (Bakker et al, 1980; Hughson et al, 1988);
- iv) protokolle waar die amplitude van die werklaste op 'n lukrake wyse verander (Greco et al, 1986; Eßfeld et al, 1987) en
- v) vierkantsgolf-protokolle met blokvormige veranderings in die oefeningsintensiteit (Cerretelli et al, 1979; Hagberg et al, 1980; Womack et al, 1995; Yoshida et al, 1995; Barstow et al, 1996; Chilibeck et al, 1996).

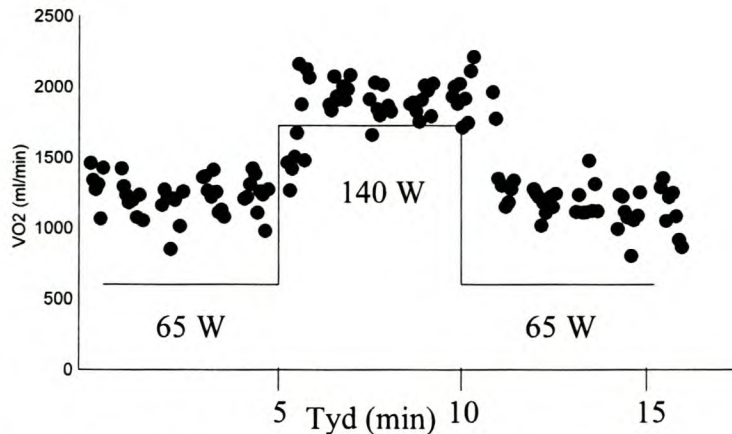
Aangesien die vierkantsgolf-protokol verreweg die meeste gebruik word, waarskynlik

weens sy eenvoud en herhaalbaarheid, sal die bespreking hoofsaaklik beperk bly tot studies wat van hierdie tipe protokol gebruik gemaak het. Daar moet egter in gedagte gehou word dat die verskillende tipes protokolle nie dieselfde effek op die VO_2 respons het nie (Greco et al, 1986; Hughson et al, 1988). Hughson et al (1988) het aangetoon dat die VO_2 respons tydens impuls-werklaste en vierkantsgolf-werklaste nie gesuperponeer kan word nie.

Vierkantsgolf-protokolle het gewoonlik dieselfde basiese formaat:

- i) 'n opwarmingsperiode van ongeveer 4 minute,
- ii) 'n skielike verhoging in die werklast na 'n voorafbepaalde oefeningsintensiteit (bo of onder T_{An}),
- iii) en 'n herstelperiode by dieselfde werklast as die opwarmingsperiode (Babcock et al, 1994; Phillips et al, 1995; Koga et al, 1997; MacDonald et al, 1997).

Die opwarmingsperiode bestaan gewoonlik uit 'n periode waar daar sonder weerstand geoefen word (Hickson et al, 1978; Whipp et al, 1982; Casaburi et al, 1987; Henson & Gaesser, 1989; Poole et al, 1991; Bellardinelli et al, 1995; Barstow et al, 1996; Chilibeck et al, 1996), óf teen 'n werklast van 'n baie lae weerstand (Hughson et al, 1988; Barstow et al, 1991; Phillips et al, 1995; MacDonald et al, 1997). Dit is ook belangrik dat die trapfrekwensie dwarsdeur die oefeningstoets konstant gehou word (40 - 100 o.p.m.) [Hickson et al, 1978; Whipp et al, 1982; Casaburi et al, 1987; Barstow et al, 1991; Barstow et al, 1996]. Die werklaste duur gewoonlik tussen 5 en 10 minute (Cerretelli, 1979; Hughson et al, 1988; Casaburi et al, 1989; Chilibeck et al, 1997; Regensteiner et al, 1998). In die meeste gevalle word hierdie werklaste minstens twee keer herhaal (Phillips et al, 1995).



Figuur 1. 'n Vierkantsgolf protokol by 'n matige oefeningsintensiteit (onder T_{An}), en die VO_2 respons van 'n enkele persoon.

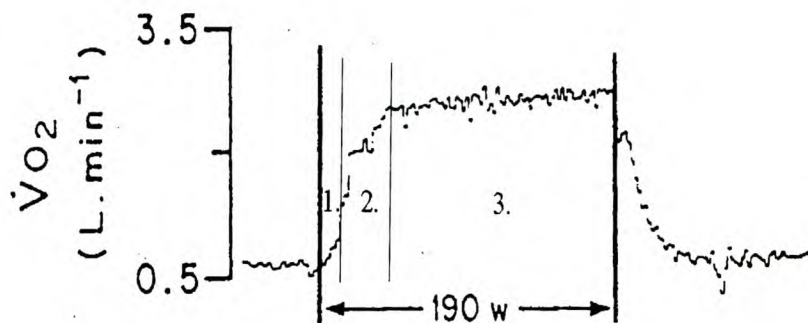
Na afloop van die opwarmingsperiode word die werkklas gewoonlik sonder enige waarskuwing aan die proefpersoon na die gekose werkklas verhoog. Nakazawa et al (1989) het, in 'n studie met 7 proefpersone, getoon dat die VO_2 af-respons (m.a.w. die herstelfase) beduidend versnel het indien die persone die verwagting gehad het dat die werkklas sou verander (gemiddelde responstyd = $42.0 \pm SA 7.7s$ vs $50.3 \pm SA 8.9 s$, $p \leq 0.05$; vir die verwagting en nie-verwagting van die verlaging in werkklas onderskeidelik).

2. Fisiologiese meganismes

Die interpretasie van VO_2 kinetika kan verwarrend en moontlik misleidend wees, indien die intensiteit van die werkklas nie gespesifiseer word nie (Whipp & Ward, 1990). Dit is welbekend dat die VO_2 kinetika tydens oefening bo T_{An} (T_{lakt} of T_{vent}), m.a.w. hoë intensiteit oefening, grootliks verskil van die VO_2 kinetika tydens oefening onder die T_{An} , of matige intensiteit oefening (Whipp & Ward, 1990; Barstow, 1994; Womack et al, 1995; Barstow et al, 1996). Derhalwe sal die bespreking voorts onderskeid maak tussen oefening bo en onder T_{An} .

2.1. Oefening onder T_{An}

Matige intensiteit oefening (oefening onder T_{An}) kan beskou word as daardie werklaste waartydens daar nie 'n volgehoue metaboliese asidemie voorkom nie (Whipp & Ward, 1990). Tydens hierdie werklaste styg $\dot{V}O_2$ in 'n eksponensiële patroon totdat 'n bestendige toestand na ongeveer 3 minute bereik word (Barstow et al, 1991; Barstow, 1994; Barstow et al, 1996).



Figuur 2. 'n Tipiese $\dot{V}O_2$ kurwe in respons op matige intensiteit oefening (werklast onder T_{An}) waar 1 = die fase 1 respons, 2 = die fase 2 respons en 3 = die fase 3 respons voorstel (aangepas vanuit Whipp, 1987).

Figuur 2 toon dat die $\dot{V}O_2$ respons tydens matige intensiteit oefening in 3 verskillende fases verdeel word (Whipp et al, 1982; Whipp, 1987; Whipp & Ward, 1990; Barstow, 1994). Fase 1, die sg. kardiodynamiese fase, duur ongeveer 15 - 25 sekondes. Tydens hierdie fase styg die $\dot{V}O_2$ hoofsaaklik as gevolg van 'n verhoogde pulmonale bloedvloei (Whipp, 1987; Barstow, 1994). Whipp (1987) definieer fase 1 as die tyd wat dit neem vir die gemengde veneuse bloed vanaf die werkende spiere om die pulmonale kapillêres te bereik. Casaburi et al (1989) het egter aangetoon dat gemengde veneuse bloed met 'n verlaagde suurstofinhoud reeds tydens fase 1 by die pulmonale kapillêres aankom. In die lig hiervan beweer Barstow (1994) dat die onmiddellike styging in $\dot{V}O_2$ (fase 1), primêr die gevolg is van 'n verhoogde kardiaale omset (en dus 'n verhoogde pulmonale bloedvloei), en sekondêr die gevolg is van veranderinge in die gemengde

veneuse O_2 inhoud en long-gasstore.

Fase 2 neem in aanvang wanneer die gemengde veneuse bloed vanaf die werkende spiere die pulmonale kapillêres bereik (Whipp & Ward, 1990; Barstow, 1994). Die verhoogde gemengde veneuse koolstofdioxieddruk (P_{vCO_2}) en verlaagde gemengde veneuse suurstofdruk (P_{vO_2}) gee uiteindelik aanleiding tot 'n verhoging in eindgety P_{CO_2} (P_{etCO_2}) en 'n verlaging in eindgety P_{O_2} (P_{etO_2}), wat tot 'n kenmerkende mono-eksponensiële styging in fase 2 aanleiding gee (Whipp et al, 1982; Whipp & Ward, 1990).

Die fase 2 tydkonstante vir VO_2 ($\tau \approx 30$ sek) is onafhanklik van die werkklas tydens matige intensiteit oefeninge (Margarita et al, 1965; Whipp & Ward, 1990). Die tydkonstante is egter aansienlik langer by

- i) pasiënte met kardiorespiratoriese afwykings (Sietsema et al, 1986),
- ii) tydens armoefeninge in normale persone in vergelyking met beenoefeninge (Cerretelli et al, 1979); en
- iii) tydens die inaseming van hipoksiese lug (Xing et al, 1989).

Barstow (1994) het aangetoon dat die tydkonstante vir die styging in pulmonale VO_2 vergelykbaar is met die tydkonstante vir die styging in suurstofvoorsiening aan die werkende spiere (QO_2). Hieruit het Barstow afgelei dat fase 2 - VO_2 kinetika moontlik gebruik kan word om die kinetika van skeletale spiermetabolisme nie-indringend te ondersoek (Barstow, 1994).

Verdere aanduidings dat die fase 2 - VO_2 respons 'n weerspieëling is van die bloedvoorsiening aan die werkende spiere, is gevind met studies wat die veranderinge in spierfosfokreatien (FKr) tydens oefening ondersoek het (Piiper et al, 1968; Mahler, 1985; Barstow, 1994). Mahler (1985) het teoretiese en empiriese getuienis voorgehou wat aandui dat die tydkonstantes van FKr en die suurstofvoorsiening aan daardie spier dieselfde is. Piiper et al (1968) het getoon dat met verhoogde spierstimulasie van die gastrocnemius spier, die styging in VO_2 'n liniêre verband toon met 'n daling in FKr van daardie spier. Hierdie resultate is bevestig in 'n studie met ^{31}P kern magnetiese

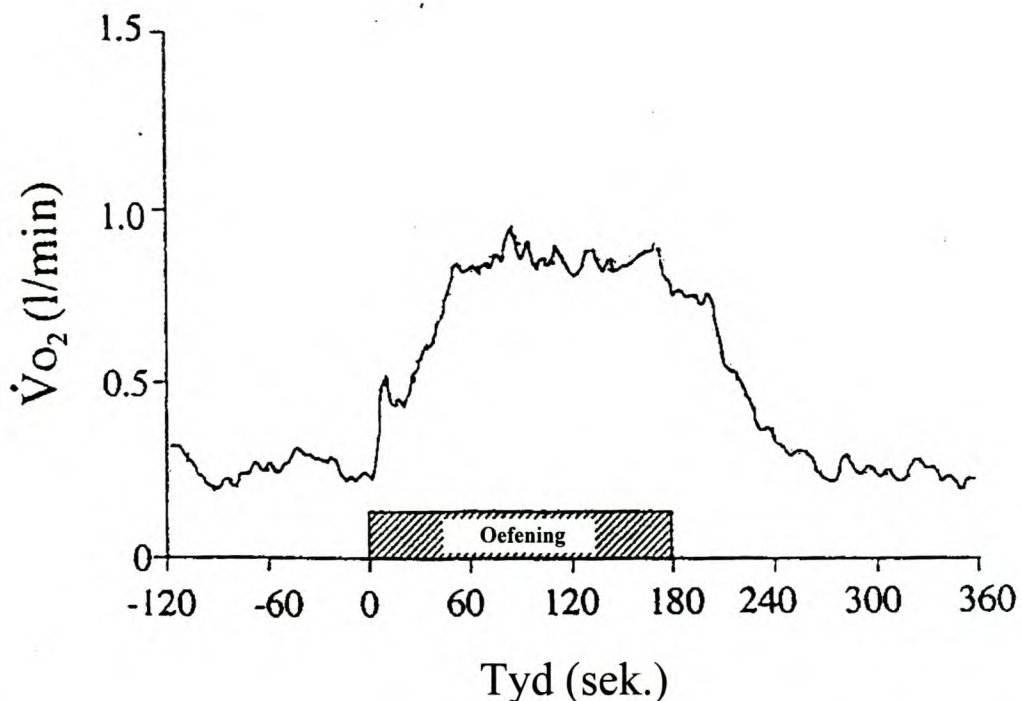
resonansie spektroskopie (^{31}P MRS), waar die tydkonstantes van FKr tydens oefening dieselfde was as die fase 2- VO_2 tydkonstantes (Barstow, 1994). Dit blyk dus dat 'n daling in spierfosfokreatien, as gevolg van spierkontraksie, die dryfkrag is vir die verhoging in bloedvoorsiening (en dus suurstofvoorsiening) na daardie spier. Hierdie veranderinge word weerspieël in 'n eksponensiële verhoging in die fase 2- VO_2 kurwe (Barstow, 1994).

Na die eksponensiële styging van VO_2 tydens fase 2, bereik die VO_2 kurwe 'n bestendige toestand, wat bekend staan as fase 3 (Whipp, 1987; Whipp & Ward, 1990; Barstow, 1994). Hierdie fase begin ongeveer drie minute na die aanvang van matige intensiteit oefening.

Figuur 2 is 'n voorbeeld van 'n tipiese VO_2 kurwe van 'n fiks individu wat onderwerp is aan 'n vierkantsgolf-werkklas van 190 W. Alhoewel die drie fases redelik duidelik onderskei kan word, is dit dikwels nodig om verskeie soortgelyke kurwes op mekaar te superponeer en dan 'n gemiddelde kurwe te bereken om sodoende die 3 fases te onderskei (Whipp et al, 1982; Whipp & Ward, 1990).

Tot dusver is die bespreking grootliks beperk tot die fisiologiese meganismes betrokke by die VO_2 op-respons, m.a.w. die styging in VO_2 met die aanvang van oefening, of met 'n skielike verhoging in die werkklas. Hierteenoor verteenwoordig die VO_2 af-respons die daling in VO_2 a.g.v. 'n skielike verlaging in die werkklas, of met die staking van oefening. Hoewel sommige navorsers aangetoon het dat die tydkonstantes van die VO_2 op-respons goed korreleer met die VO_2 af-respons (Whipp & Ward, 1990; Engelen et al, 1996, Barstow et al, 1996; Chilibeck et al, 1997; Koga et al, 1997), het ander teenoorgestelde resultate gekry (Cerretelli et al, 1979; Di Prampero et al, 1989).

Figuur 3 verteenwoordig 'n tipiese VO_2 op- en af-respons van 'n fietsryer wat teen 'n werkklas onder sy T_{An} oefen. Die simmetrie van die op- en af-respons is duidelik sigbaar.

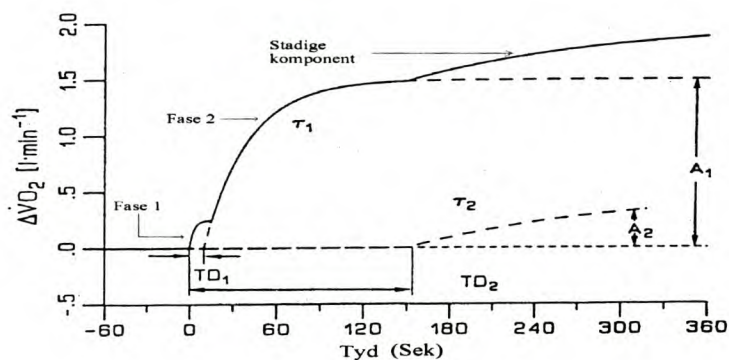


Figuur 3. Die VO_2 respons by matige intensiteit oefening (werkklas onder T_{An}), om die simmetrie van die op- en af-respons te illustreer (aangepas vanuit Koga et al, 1997).

Die VO_2 af-respons bestaan uit twee komponente: 'n vinnige komponent, onmiddellik na afloop van die geforseerde werkklas, en 'n stadige komponent (Margaria et al, 1933; Di Prampero et al, 1989; Koga et al, 1997). Die vinnige komponent is altyd tydens matige intensiteit oefening teenwoordig (Margaria et al, 1933) en is waarskynlik die gevolg van fosfokreatien-hersintese en die aanvulling van suurstofstore, met beide prosesse wat na 2 - 3 minute voltooi is (Di Prampero, 1981). Weens die stadige metabolisme van laktaat in die herstelfase, word die stadige komponent gekoppel aan die terugbetaling van die suurstofskuld (a.g.v. die ophoping van laktaat) [Di Prampero, 1981]. Hagberg et al (1980) kon egter nie die teenwoordigheid van 'n stadige komponent by werklaste minder as 50 % van die VO_{2maks} toon nie. Hul bevindinge is in ooreenstemming met die meeste studies wat die teenwoordigheid van die VO_2 stadige komponent slegs kon waarneem by oefeningsintensiteite bo T_{An} (Casaburi et al, 1987; Poole et al, 1988; Whipp & Ward, 1990; Poole et al, 1994).

2.2. Oefening bo T_{An}

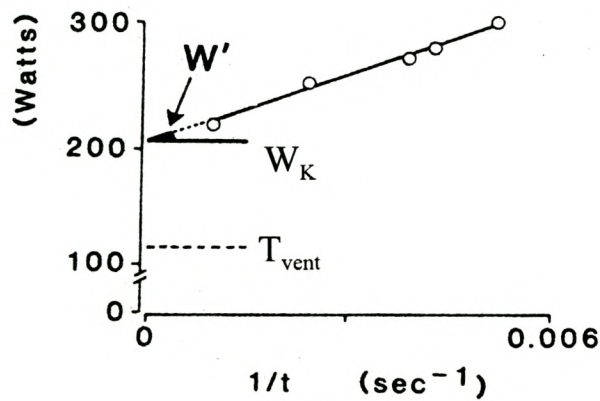
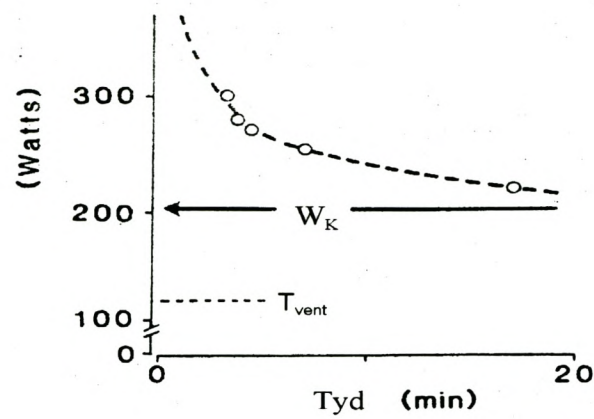
Die VO_2 kinetika tydens oefeningsintensiteite bo T_{An} is redelik kompleks (Whipp, 1987). Daar is 'n addisionele stadige komponent tydens die VO_2 op-respons (in vergelyking met die VO_2 op-respons tydens matige intensiteit oefening), wat verband hou met die verhoogde bloedlaktaatvlakke wat gepaardgaan met hoë intensiteit oefening (Casaburi et al, 1987; Poole et al, 1988; Whipp & Ward, 1990; Poole et al, 1994). Volgens figuur 4 tree hierdie komponent in werking aan die einde van fase 2 (ongeveer 150 s na die aanvang van hoë intensiteit oefening). Tydens oefening bo T_{An} staan hierdie komponent ook bekend as fase 3 (vgl. met fase 3 tydens oefening onder T_{An}).



Figuur 4. 'n Skematiese uitleg van 'n VO_2 respons tydens 'n werklas bo T_{An} . Hierdie kurwe is gebaseer op 'n dubbel eksponensiële model om voorsiening te maak vir die stadige komponent (fase 3). TD_1 = eerste tydvertraging, TD_2 = tweede tydvertraging, τ_1 = eerste tydkonstante, τ_2 = tweede konstante, A_1 = amplitude van die eerste eksponensiële kurwe, A_2 = amplitude van die tweede eksponensiële kurwe (aangepas vanuit Barstow & Molé, 1991).

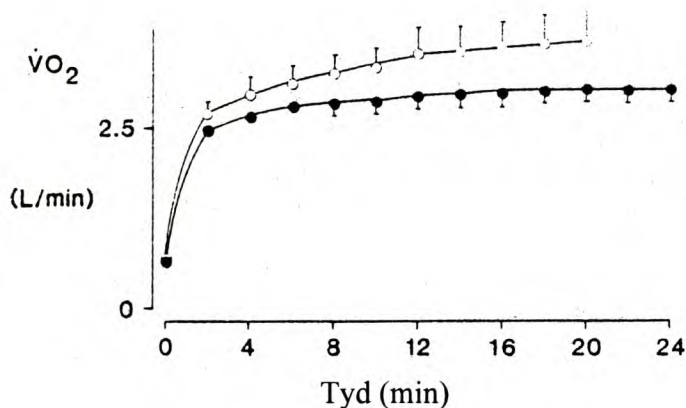
Tydens oefening bo T_{An} bereik pulmonale VO_2 nie 'n vroeë bestendige toestand nie en hou dit aan met styg totdat 'n vertraagde bestendige toestand bereik word, óf totdat die oefening gestaak word weens uitputting (Barstow et al, 1996). Dit is egter belangrik om daarop te let dat bogenoemde definisie impliseer dat daar wel 'n VO_2 bestendige toestand kan voorkom teen sekere werklaste bo T_{An} .

Poole et al (1988) het aangetoon dat daar 'n kritieke werkklas bo T_{vent} bestaan waaronder $\dot{V}O_2$ steeds 'n bestendige toestand kan bereik. Hulle het 8 proefpersone onderwerp aan minstens 5 tyd-tot-uitputting protokolle teen verskillende oefeningsintensiteite om sodoende 'n werkklas - tyd grafiek te plot (figuur 5, boonste paneel). Nadat die werkklas-tyd verband na 'n liniêre passing getransformeer is, is die kritieke werkklas (W_K) bereken as die y-afsnit van bogenoemde reguitlyn (figuur 5, onderste paneel).



Figuur 5. *Boonste paneel: Die werkklas - tyd verband tydens hoë intensiteit oefening. Onderste paneel: Berekening van W_K vanaf die liniêre transformasie van die werkklas - tyd verband waar W_K = kritieke werkklas, W' = die helling van die kurwe, T_{vent} = punt waar daar 'n styging in $V_E \cdot VO_2^{-1}$ is sonder 'n styging in $V_E \cdot VCO_2^{-1}$ en t = tyd (aangepas vanuit Poole et al, 1988).*

Poole et al (1988) het getoon dat die proefpersone vir 'n lang tyd (~24 min) teen W_K kon oefen, met 'n gepaardgaande afplating van die $\dot{V}O_2$ kurwe tydens die laaste 8 minute van oefening. Sodra die groep egter bo hul kritieke werkklas ge oefen het, het die persone se $\dot{V}O_2$ kurwe bly styg totdat die oefeningstoets gestaak moes word weens uitputting (figuur 6).



Figuur 6. Die $\dot{V}O_2$ respons van proefpersone tydens 'n oefeningsintensiteit bo W_K (oop simbole) en teen W_K (geslote simbole). Aangepas vanuit Poole et al (1988).

Die fase 3 respons (figuur 4), ook genoem die $\dot{V}O_2$ stadige komponent, of die $\dot{V}O_2$ drif (Casaburi et al, 1987), word gedefinieer as die verskil tussen die eind-oefening $\dot{V}O_2$ en die $\dot{V}O_2$ by die derde minuut na die aanvang van oefening (Casaburi et al, 1987; Womack et al, 1995). Barstow & Molé (1991) het getoon dat die $\dot{V}O_2$ stadige komponent ongeveer 80 - 110 sek na die aanvang van strawwe oefening begin, met 'n grootte van $1 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ of meer (Whipp, 1987; Poole et al, 1991).

Uit die literatuur blyk dit dat daar nie eenstemmigheid is oor die fisiologiese meganisme(s) wat verantwoordelik is vir hierdie $\dot{V}O_2$ stadige komponent nie. Daar is egter aanduidings dat bloedlaktaatvlakke 'n invloed het op die $\dot{V}O_2$ stadige komponent (Casaburi et al, 1987; Poole et al, 1988; Whipp & Ward, 1990; Poole et al, 1994). Die feit dat die $\dot{V}O_2$ stadige komponent slegs voorkom by werklaste bo T_{An} (Casaburi et al,

1987; Poole et al, 1988; Whipp & Ward, 1990; Poole et al, 1994), dat die tydsprofiel van die verandering in bloed [laktaat] korreleer met dié van VO_2 tydens hoë intensiteit oefening (Poole et al, 1988) en dat die grootte van die daling in bloed [laktaat] 'n sterk verband toon met die daling in VO_2 ná oefening bo T_{An} (Casaburi et al, 1987), impliseer 'n definitiewe verband tussen bloedlaktaatkvlakke en die VO_2 stadige komponent.

Womack et al (1995), in 'n ondersoek na die moontlike oorsake van die VO_2 stadige komponent, wys egter daarop dat hoewel bloedlaktaatkvlakke 'n verband toon met die VO_2 stadige komponent, daar nie noodwendig 'n oorsaak-en-effek verband is nie. Die toediening van laktaat in werkende gastrocnemius spiere in 'n diere model (Poole et al, 1994), en die verhoging van bloedlaktaatkvlakke met die toediening van adrenalien in mense (Gaesser et al, 1994), kon geen statisties beduidende styging in VO_2 induseer nie ($p > 0.05$).

Ander moontlike oorsake van die VO_2 stadige komponent sluit in:

- i die metaboliese effek van die katecholamiene (Whipp, 1987),
- ii verhoogde liggaamstemperatuur (Hagberg et al, 1978; Whipp, 1987),
- iii die suurstofkoste van verhoogde minuutventilasie (Casaburi et al, 1987; Whipp, 1987),
- iv en die rekrutering van tipe II spiervesels (Whipp, 1987; Poole et al, 1988; Barstow, 1994; Barstow et al, 1996).

Die verband tussen hierdie faktore en die VO_2 stadige komponent kon egter nog nie onomwonde aangetoon word nie (Casaburi et al, 1987; Poole et al, 1988; Gaesser et al, 1994; Womack et al, 1997).

3. Modelling van die VO_2 respons

Ten einde die gebruik van VO_2 kinetika as 'n moontlike voorspeller van fietsryprestasie te ondersoek, is dit noodsaaklik om 'n kwantitatiewe waarde te gee aan die tempo waarteen die VO_2 - respons tot 'n (nuwe) bestendige toestand beweeg. Van die eerste metodes wat gebruik is om die tempo van die VO_2 respons te kwantifiseer, was die

gebruik van die VO_2 half tyd. Dit is gedefinieer as die tyd (sekondes) wat dit neem vir 'n 50% verandering in VO_2 vanaf 'n pre-oefening tot 'n bestendige toestand oefeningsvlak (Hagberg et al, 1978; Hickson et al, 1978; Cerretelli et al, 1979; Hagberg et al, 1980; Powers et al, 1985). Sommige navorsers het ook ander punte, nl. 25%, 75% en 90% van die VO_2 respons, gebruik om VO_2 kinetika te kwantifiseer (Hickson et al, 1978; Hagberg et al, 1980; Zhang et al, 1991). Die VO_2 op-respons en af-respons is op dieselfde wyse gemeet.

Die meeste studies (Barstow et al, 1996; Chilibeck et al, 1997; Koga et al, 1997; MacDonald et al, 1997) maak egter van tydkonstantes gebruik om die spoed van die VO_2 respons te kwantifiseer. Hierdie tydkonstantes word verkry vanaf die eksponensiële vergelykings wat gebruik is om die VO_2 kurwe te beskryf. Aangesien die VO_2 kurwes van oefening bo en onder T_{An} verskil, is verskillende modelle vir die twee oefeningsintensiteite gebruik.

Vir oefening onder T_{An} , word óf 'n mono-eksponensiële model (Whipp et al, 1982; Babcock et al, 1994; Chilibeck et al, 1996; Chilibeck et al, 1997; Koga et al, 1997), óf 'n twee-komponent eksponensiële model (Hughson et al, 1988; Phillips et al, 1995; MacDonald et al, 1997) gebruik om die VO_2 respons te beskryf. Die verskil in die modelle behels die insluiting van die kardiodinamiese fase (die eerste 20 sek van die VO_2 respons) by die twee-komponent eksponensiële model, terwyl hierdie fase uitgesluit word by die mono-eksponensiële model.

Die mono-eksponensiële model wat deur die meeste outeurs gebruik word vir die VO_2 op-en af-respons, lyk soos volg:

$$Y(t) = a\{e^{-[(t-TD)/\tau]}\} \quad : \text{ op respons(2.1)}$$

$$Y(t) = a\{1 - e^{-[(t-TD)/\tau]}\} \quad : \text{ af-respons(2.2)}$$

waar Y die VO_2 by tyd (t) voorstel, en a, TD en τ die amplitude, tydvertraging en tydkonstante voorstel (Chilibeck et al, 1996).

Die twee-komponent eksponensiële model, wat die kardiodinamiese fase insluit, het aparte tydkonstantes, amplitudes en tydvertragings vir fase 1 en fase 2. Die model, wat gebruik kan word vir die VO_2 op-en af-respons, lyk soos volg:

$$VO_2(t) = G_0 + G_1 \cdot [1 - e^{-(t - TD_1)/\tau_1}] \cdot u_1 + G_2 \cdot [1 - e^{-(t - TD_2)/\tau_2}] \cdot u_2 \dots\dots\dots(2.3)$$

waar G_0 die basislyn VO_2 voorstel, G_1 en G_2 die amplitudes van fase 1 en 2, τ_1 en τ_2 die tydkonstantes van fase 1 en 2, TD_1 en TD_2 die tydvertragings van fase 1 en 2, $u_1 = 0$ vir $t < TD_1$, $u_1 = 1$ vir $t \geq TD_1$, $u_2 = 0$ vir $t < TD_2$, en $u_2 = 1$ vir $t \geq TD_2$ (Phillips et al, 1995).

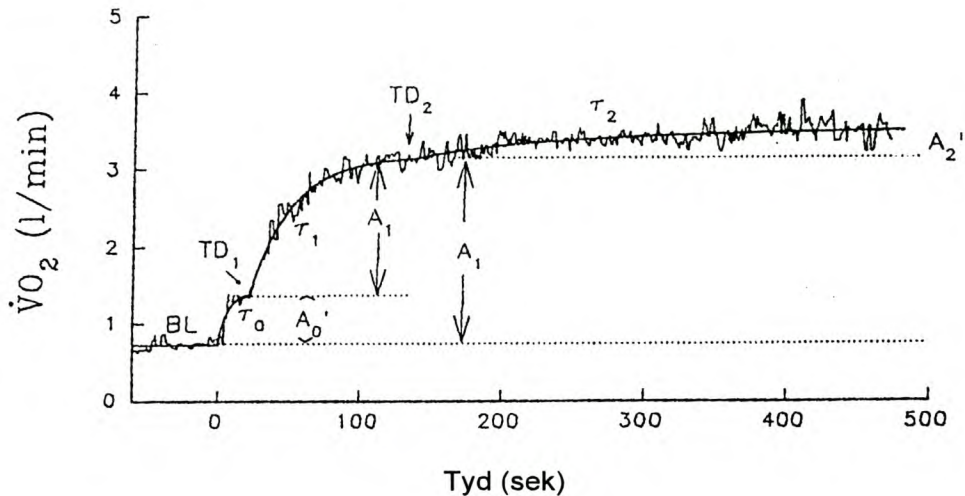
Vir oefeningsintensiteite bo T_{An} , moes navorsers modelle skep wat voorsiening maak vir die VO_2 stadige komponent, nl. die “addisionele” styging in VO_2 (Barstow & Molé, 1991; Barstow et al, 1996; MacDonald et al, 1997). Twee studies (Barstow et al, 1996; MacDonald et al, 1997) het van 'n drie-komponent eksponensiële model gebruik gemaak, terwyl Barstow en Molé (1991) 'n twee-komponent eksponensiële model gebruik het om die VO_2 respons bo T_{An} te beskryf. Die drie-komponent model maak voorsiening vir al drie fases van die VO_2 respons (Barstow et al, 1996). Barstow en Molé (1991) se twee-komponent model maak egter slegs voorsiening vir die primêre komponent en die stadige komponent van die VO_2 respons.

Studies wat van 'n drie-komponent eksponensiële model gebruik gemaak het (Barstow et al, 1996; Engelen et al, 1996; MacDonald et al, 1997), het dus drie afsonderlike tydkonstantes aan die VO_2 respons tydens oefening bo T_{An} toegeken, terwyl 'n twee-komponent model (Barstow & Molé, 1991) die VO_2 kinetika tydens hoë intensiteit oefening met twee tydkonstantes gekwantifiseer het. Die drie-komponent model van Barstow et al (1996) lyk soos volg:

$$\begin{aligned} VO_2(t) = & VO_2(b) + A_0 \cdot (1 - e^{-t/\tau_0}) \text{ Fase 1 (aanvanklike komponent)} \\ & + A_1 \cdot (1 - e^{-(t - TD_1)/\tau_1}) \text{ Fase 2 (primêre komponent)} \\ & + A_2 \cdot (1 - e^{-(t - TD_2)/\tau_2}) \text{ Fase 3 (stadige komponent)} \dots\dots\dots(2.4) \end{aligned}$$

waar $VO_2(b)$ die basislyn waarde is, A_0 , A_1 en A_2 die asimptotiese amplitudes vir die

eksponensiële terme is, τ_0 , τ_1 , en τ_2 die tydkonstantes is, en TD_1 en TD_2 die tydvertraging is. Figuur 7 (Barstow et al, 1996) is 'n skematiese voorstelling van die 3-komponent model wat gebruik is vir die $\dot{V}O_2$ respons.



Figuur 7. Die 3-komponent eksponensiële model van Barstow et al (1996). BL is die basislyn, A_0 , A_1 en A_2 die asimptotiese amplitudes vir die eksponensiële terme, τ_0 , τ_1 , en τ_2 is die tydkonstantes van elke komponent, en TD_1 en TD_2 is die tydvertraging. Aangepas vanuit Barstow et al (1996).

Behalwe vir die gebruik van die $\dot{V}O_2$ halftyd en $\dot{V}O_2$ tydkonstantes, het sommige navorsers ook van die gemiddelde responstyd (GRT) gebruik gemaak om $\dot{V}O_2$ kinetika te kwantifiseer (Phillips et al, 1995; Hughson & Morrissey, 1983; MacDonald et al, 1997). Die GRT verteenwoordig die tyd wat dit neem om 63% van die finale (bestendige) $\dot{V}O_2$ -waarde te bereik (Hughson & Morrissey, 1983). Vir 'n mono-eksponensiële vergelyking is die GRT die som van die $\dot{V}O_2$ tydkonstante en die $\dot{V}O_2$ tydvertraging (Hughson & Morrissey, 1983). Indien die vergelyking dus nie 'n tydvertraging insluit nie, sal die GRT dieselfde wees as die tydkonstante. Phillips et al (1995) en MacDonald et al (1997) het met hul twee- en drie-komponent eksponensiële

modelle die GRT gebruik as die parameter om die algehele tydverloop van die VO_2 respons te kwantifiseer.

4. Faktore wat VO_2 kinetika beïnvloed

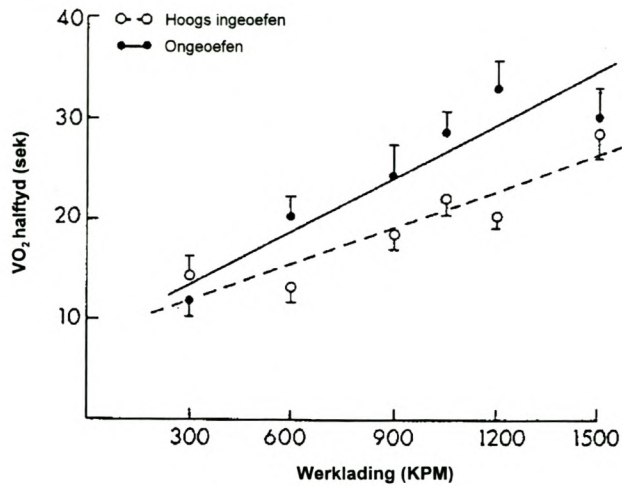
Verskeie faktore speel 'n rol in die uiteindelijke manifestasie van die VO_2 respons met oefening. D.w.s. die VO_2 responstyd is afhanklik van faktore soos fiksheid, die grootte van die werkklas, opwarmingsoefeninge, ouderdom en kardiorespiratoriese patologie.

4.1. Die invloed van fiksheid op VO_2 kinetika

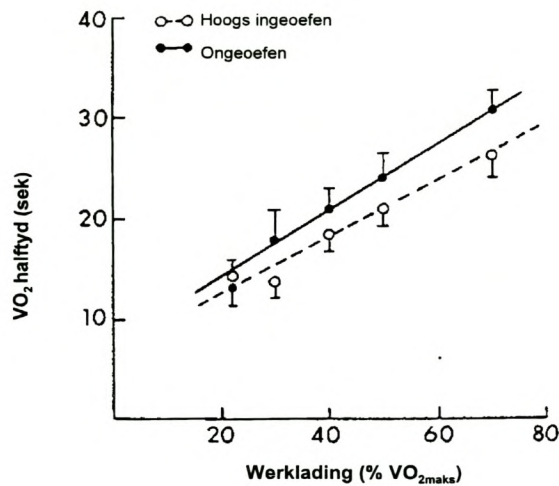
Verskeie studies het getoon dat daar 'n sterk verband bestaan tussen VO_2 kinetika en fiksheid (Hagberg et al, 1978; Powers et al, 1985; Zhang et al, 1991; Chilibeck et al, 1996). Hoe fiker die individu, hoe vinniger is die persoon se VO_2 kinetika. Dit is egter belangrik om vas te stel wat die navorsers as kriteria van fiksheid gebruik het. Behalwe vir een studie (Hagberg et al, 1978), het al die navorsers slegs VO_{2maks} as 'n parameter van fiksheid gebruik, m.a.w. hoe hoër die VO_{2maks} , hoe fiker is die persoon.

Hagberg et al (1978) het 15 persone in twee fiksheidsgroepe verdeel: 'n fiks groep ($n = 8$) met 'n gemiddelde VO_{2maks} van $70.2 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$, en 'n onfiks groep ($n = 7$) met 'n gemiddelde VO_{2maks} van $49.7 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$. Blootstelling aan vierkantsgolf werklaste van verskillende absolute weerstande het getoon dat die fiks groep statisties beduidende korter VO_2 halftye⁶ by al die werklaste gehad het as die onfiks groep ($p < 0.05$)[fig. 8a]. Die navorsers kon egter geen beduidende verskille in die VO_2 halftye van die twee groepe vind toe die persone teen dieselfde relatiewe oefeningsintensiteite ($\% VO_{2maks}$) geoefen het nie (Fig. 8b). Die relatiewe oefeningsintensiteite is uitgedruk as 'n persentasie van VO_{2maks} , terwyl die absolute oefeningsintensiteit 'n meetbare waarde ($\text{kilopond}\cdot\text{meter}\cdot\text{min}^{-1}$) was.

⁶ VO_2 halftyd is gedefinieer as die tyd wat dit die VO_2 respons neem om 50% van die VO_2 bestendige toestand-waarde (tussen minuut 4 en 5) te bereik.



Figuur 8a. Die VO₂ halftye van hoogs ingeefende persone vs ongeefende persone teen verskillende absolute werklaste ($p < 0.05$). Aangepas vanuit Hagberg et al (1978).



Figuur 8b. Die VO₂ halftye van hoogs ingeefende persone vs ongeefende persone teen verskillende relatiewe werklaste ($p > 0.05$). Aangepas vanuit Hagberg et al (1978).

Chilibeck et al (1996) het getoon dat daar 'n sterk verband bestaan tussen die VO_{2maks} van jong persone ($n = 16$) en hul VO_2 kinetika (uitgedruk as VO_2 tydkonstantes) [$r = -0.85$; $p < 0.01$]. Zhang et al (1991) het m.b.v. 'n inkrementele protokol 'n sterk korrelasie gevind tussen fiksheid (VO_{2piek}) en VO_2 kinetika teen oefeningsintensiteite van 25%, ~40% en ~90% VO_{2piek} [$r = -0.75$ ($p < 0.05$); $r = -0.84$ ($p < 0.01$) en $r = -0.90$ ($p < 0.05$) onderskeidelik]. Powers et al (1985) het in sy ondersoek na die rol van fiksheid op VO_2 kinetika voorsiening gemaak vir die inoefeningseffek op VO_2 kinetika, deur langafstandatlete met dieselfde inoefeningsprogram te ondersoek. Hy het gevind dat daar 'n sterk verband bestaan tussen VO_{2maks} en VO_2 halftyd ($r = -0.80$; $p < 0.05$). Hierdie verband is verkry ten spyte van die feit dat sy proefpersone redelik homogeen was t.o.v. VO_{2maks} ($58 \pm SF 2.6 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$).

4.2. Die invloed van inoefening op VO_2 kinetika

Die meeste navorsing dui daarop dat inoefening die VO_2 kinetika tydens die op- en die af-respons versnel (Casaburi et al, 1987; Hagberg et al, 1980; Zhang et al, 1991; Phillips et al, 1995; Womack et al, 1995). Studies wat die invloed van inoefening op VO_2 kinetika ondersoek het, het 'n intervensie periode van 6 tot 24 weke gebruik waartydens die toetspersone onderwerp is aan hoë-intensiteit inoefening op 'n fietsergometer (Hickson et al, 1978; Hagberg et al, 1980; Babcock et al, 1994; Womack et al, 1995). Na die intervensie periode is die persone teen dieselfde absolute werkklas, as voor die intervensie periode, getoets om enige veranderinge in die VO_2 respons te meet (Hickson et al, 1978; Babcock et al, 1994; Phillips et al, 1995). Al die studies het getoon dat inoefening 'n versnellende effek op VO_2 kinetika het (Hagberg et al, 1978; Hickson et al, 1978; Cerretelli et al, 1979; Hagberg et al, 1980; Casaburi et al, 1987; Phillips et al, 1995; Womack et al, 1995).

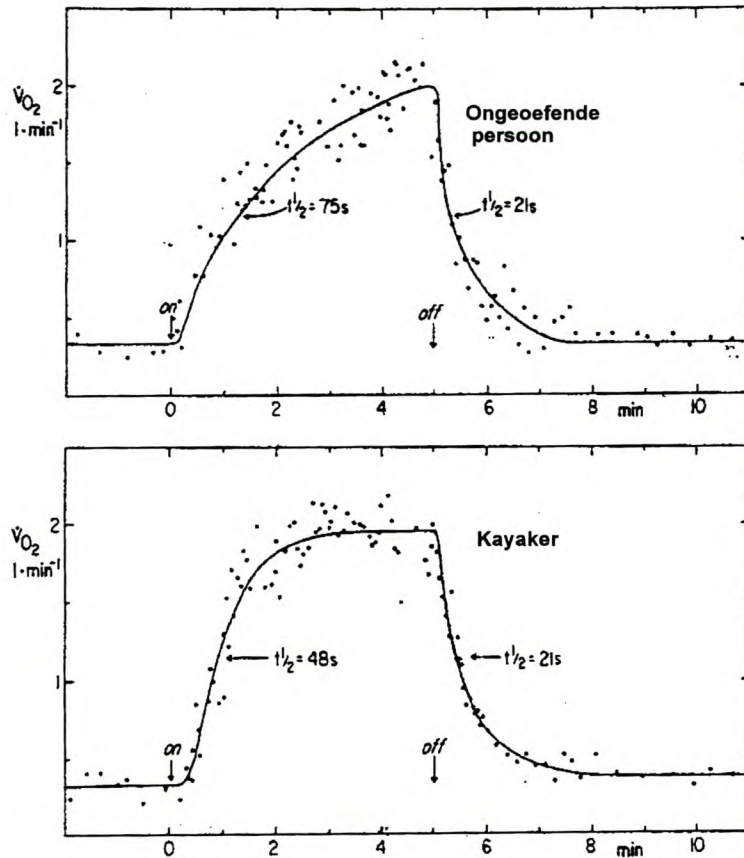
Henson & Gaesser (1989) het getoon dat 'n 5 - 6 weke fietsry-inoefeningsprogram (teen ~70 % VO_{2piek}), die VO_2 kinetika (uitgedruk as 'n tydkonstante) beduidend versnel het teen dieselfde absolute oefeningsintensiteite vir oefening onder en bo die laktat draaipunt (sub- T_{lakt} oefenintensiteit: $52 \pm SF 3 \text{ s}$ vs $41 \pm SF 2 \text{ s}$; supra- T_{lakt} oefenintensiteit: $57 \pm SF 2 \text{ s}$ vs $44 \pm SF 2 \text{ s}$; $p < 0.05$).

Berry en Moritani (1985) het ondersoek ingestel na die effek van verskillende oefenprogramme op $\dot{V}O_2$ kinetika. Hulle het 29 onaktiewe studente in 'n kontrole groep (geen inoefening), 'n bestendige toestand drafgroep en 'n interval-drafgroep ingedeel. Die bestendige toestand drafgroep het lang afstande teen ongeveer 60 - 70 % van hul maksimum reserwe harttempo⁷ afgelê, terwyl die interval-groep kort naellope teen 85 - 95 % van hul maksimum reserwe harttempo voltooi het. Albei oefengroepe het 'n 5-week inoefeningsprogram voltooi en ewe veel kilometers tydens die oefenprogram afgelê. Pre-intervensie toetsing op 'n fietsergometer het geen beduidende verskille in $\dot{V}O_2$ kinetika (uitgedruk as tydkonstantes) tussen die drie groepe aangetoon nie ($60.2 \pm SA 4.6$ s; $61.7 \pm SA 3.6$ s; $60.8 \pm SA 3.9$ s vir die kontrole-, bestendige toestand- en intervalgroep onderskeidelik, $p < 0.05$).

Na die 5-week inoefeningsprogram het die $\dot{V}O_2$ tydkonstantes van die bestendige toestand- en intervalgroep beduidend versnel [$56.9 \pm SA 3.0$ s ($p < 0.001$) en $54.4 \pm SA 3.7$ s ($p < 0.001$) onderskeidelik], terwyl die kontrole groep se $\dot{V}O_2$ kinetika onveranderd gebly het ($60.4 \pm SA 4.3$ s). Die $\dot{V}O_2$ tydkonstante van die intervalgroep was beduidend vinniger as die tydkonstante van die bestendige toestand groep ($54.4 \pm SA 3.7$ s vs $56.9 \pm SA 3.0$ s, $p < 0.001$). Hieruit kan afgelei word dat 'n interval inoefeningsprogram meer effektief is in die versnelling van $\dot{V}O_2$ kinetika as 'n bestendige toestand inoefeningsprogram.

Cerrettelli et al (1979) het getoon dat die inoefeningseffek op $\dot{V}O_2$ kinetika ook spesifiek is t.o.v. die spiermassa wat geoefen word. Hulle het gevind dat 'n swemmer se $\dot{V}O_2$ kinetika vinniger is tydens armroei as dié van 'n drawwer (45 s vs 70 s). Hierteenoor was die drawwer se $\dot{V}O_2$ halftyd heelwat vinniger as die swemmer s'n tydens fietsry (38 s vs 63 s). Cerretelli et al (1979) beweer dat die inoefeningseffek waarskynlik distaal van die spierkapillêre plaasvind en nie die gevolg is van 'n verbeterde bloedvoorsiening aan die spiere nie. Figuur 9 toon duidelik die verskille in $\dot{V}O_2$ kinetika tussen 'n inge oefende roeier en 'n onaktiewe persoon tydens armroei. Die inge oefende roeier se $\dot{V}O_2$ op-respons was heelwat vinniger as dié van 'n onaktiewe persoon (45 s vs 75 s). Let op dat die $\dot{V}O_2$ af-respons van die twee persone dieselfde is.

⁷ $[(f_{H_{maks}} - \text{rustende } f_H) \times 0.6 + \text{rustende } f_H]$

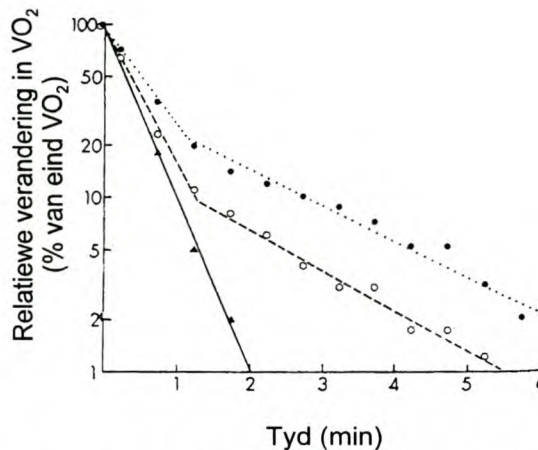


Figuur 9. Die $\dot{V}O_2$ respons van 'n onge oefende persoon (bo) en 'n inge oefende roeier (onder) om die invloed van spesifieke spierkondisionering op die $\dot{V}O_2$ op-respons te illustreer, waar $t_{1/2} = \dot{V}O_2$ half tyd. Aangepas vanuit Cerretelli et al (1979).

'n Belangrike feit wat in gedagte gehou moet word met eksperimentele studies wat van 'n inoefeningstydperk gebruik maak, is dat die persone tydens die post-intervensietoetsing teen 'n relatief ligter weerstand sal werk, indien absolute werklaste gebruik word. Die feit dat die proefpersone na die inoefeningsperiode teen 'n laer relatiewe werklast ge oefen het, kan moontlik 'n verklaring wees vir die versnelling in die $\dot{V}O_2$ kinetika. Studies wat persone egter teen dieselfde relatiewe oefenintensiteit as voor die intervensie periode laat oefen het, het ook getoon dat inoefening $\dot{V}O_2$ kinetika versnel, selfs teen dieselfde relatiewe werkintensiteite (Hagberg et al, 1980; Babcock et al, 1994).

Hierdie versnelling in VO_2 kinetika het normaalweg ook gepaard gegaan met 'n beduidende verhoging in die VO_{2maks} (Hickson et al, 1978; Hagberg et al, 1980; Casaburi et al, 1987; Babcock et al, 1994) en 'n verlaging in die eind-oefening bloedlaktatvlakke (Cerretelli et al, 1979; Casaburi et al, 1987). Phillips et al (1995) het 7 redelik aktiewe, maar ongeoefende mans vir 30 dae onderwerp aan 'n fietsry-inoefeningsprogram teen 'n intensiteit van 60 % van hulle VO_{2piek} (5 dae per week). Voor en na die inoefeningsprogram is die persone se VO_2 kinetika, VO_{2piek} en bloedlaktatvlakke gemeet. Behalwe vir 'n versnelling in VO_2 kinetika, het die persone se VO_{2piek} statisties beduidend verhoog ($44.3 \pm SF 2.4 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ vs $49.6 \pm SF 2.1 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$; $p < 0.01$), terwyl die bloedlaktatvlakke na 6 minute oefening statisties beduidend verlaag het ($3.2 \pm SF 0.4 \text{ mM}$ vs $1.5 \pm SF 0.25 \text{ mM}$, $p < 0.01$).

Womack et al (1995) en Casaburi et al (1987) het getoon dat inoefening die amplitude van die VO_2 stadige komponent tydens oefening bo T_{An} verlaag en sodoende die algehele VO_2 respons versnel. Hagberg et al (1980) het 8 persone onderwerp aan 'n 10 min konstante werkklas oefeningstoets teen ongeveer 70% VO_{2maks} , wat aanleiding gegee het tot 'n twee-komponent VO_2 respons. Na 9 weke van hoë-intensiteit inoefening het dieselfde werkklas 'n monoeksponensiële VO_2 respons opgelewer (figuur 10). Die verklaring hiervoor kan dalk lê in die verhoging van T_{An} , sodat dieselfde werkklas nie gelei het tot die ontwikkeling van die VO_2 stadige komponent nie.



Figuur 10. 'n Semi-logaritmiëse grafiek van die relatiewe verandering in suurstofverbruik tydens 'n 10 min konstante werkklas oefeningstoets teen 'n oefeningsintensiteit van 70 % VO_{2maks} . Die stippellyn is voor inoefening, die half-soliede lyn is dieselfde relatiewe werkklas na inoefening en die soliede lyn verteenwoordig dieselfde absolute werkklas na inoefening. Aangepas vanuit Hagberg et al (1980).

Womack et al (1995) het getoon dat 'n verlagings in die VO_2 stadige komponent reeds vroeg in die inoefeningsprogram plaasvind (~50 % verlagings in die stadige komponent na slegs 2 weke van inoefening). Phillips et al (1995) het getoon dat inoefening reeds na 4 dae gelei het tot 'n beduidende versnelling in die VO_2 kinetika tydens oefening onder T_{An} . Na 4 dae het die GRT van die VO_2 op-respons reeds versnel van $38.1 \pm SF 2.6$ s tot $34.9 \pm SF 2.4$ s, $p < 0.01$, terwyl die VO_2 af-respons 'n soortgelyke patroon gevolg het ($38.0 \pm SF 1.8$ s vs $35.1 \pm SF 1.4$ s, $p < 0.01$).

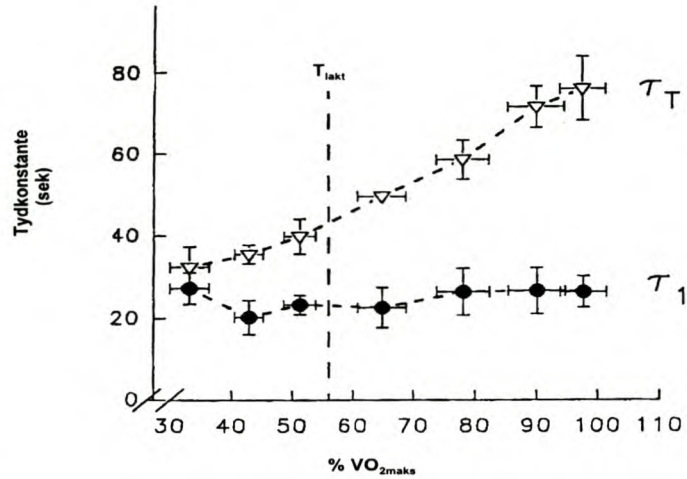
4.3. Die invloed van oefeningsintensiteit op VO_2 kinetika

Dit word algemeen aanvaar dat VO_2 liniêr toeneem met 'n verhoging in die werkklas vir oefenintensiteite onder T_{An} (Whipp, 1987). Die helling van hierdie verhouding is ongeveer $10 \text{ ml} \cdot \text{W}^{-1}$ (Barstow, 1994). Vir werkklasse bo T_{An} is hierdie helling hoër weens die effek van die VO_2 stadige komponent (Whipp, 1987; Barstow, 1994). Die vraag is egter of die spoed van die VO_2 -respons, d.w.s. die VO_2 kinetika, verander met 'n verhoging in die oefenintensiteit. Teenstrydige resultate is tot dusver gevind (Margaria et al, 1965; Hickson et al, 1978; Whipp, 1987; Casaburi et al, 1989; Whipp & Ward,

1990; Barstow & Molé, 1991; Zhang et al, 1991; Barstow, 1994).

Soos reeds genoem, bestaan die VO_2 respons vir werklaste onder T_{An} uit drie fases. Heelwat studies het gevind dat die fase 2 - VO_2 tydkonstante vir werklaste onder T_{An} nie beduidend verander met 'n toename in die oefenintensiteit nie (Margarita et al, 1965; Whipp, 1987; Whipp & Ward, 1990). Hierdie VO_2 tydkonstante is ongeveer 30 sekondes. Ander studies het gevind dat die VO_2 kinetika tydens oefening onder T_{An} progressief vertraag word met 'n verhoging in die werkintensiteit (Hagberg et al, 1978; Hickson et al, 1978; Casaburi et al, 1989; Zhang et al, 1991; Barstow, 1994).

'n Moontlike verduideliking vir die teenstrydige bevindinge kan verkry word in die modellering van die VO_2 respons. Hagberg et al (1978), Hickson et al (1978) en Zhang et al (1991) het nie die VO_2 respons beperk tot die fase 2 tydkonstante nie, maar VO_2 kinetika gemeet as die tyd wat dit neem om 50 %, 75 % en 90 % van die bestendige toestand VO_2 te bereik. Barstow (1994) het aangetoon dat die VO_2 vinnige komponent (fase 2) relatief konstant bly met 'n verhoging in die oefenintensiteit, terwyl die algehele tydkonstante van die VO_2 respons progressief vertraag word met 'n verhoging in die oefenintensiteit (figuur 11).



Figuur 11. Die verandering in VO_2 kinetika met 'n verhoging in oefeningsintensiteit. Let op dat die tydkonstante van die fase 2 respons (τ_1) konstant bly, terwyl die algehele tydkonstante (τ_T) vertraag word met 'n verhoging in oefeningsintensiteit. Aangepas vanuit Barstow (1994).

As gevolg van die VO_2 stadige komponent is die VO_2 kinetika (algehele tydkonstante) gewoonlik stadiger by werklaste bo T_{An} , in vergelyking met werklaste onder T_{An} (Poole et al, 1988; Poole et al, 1991; Poole et al, 1994; Barstow et al, 1996). Dit geld egter net vir die algehele VO_2 respons. Barstow en Molé (1991) en Barstow (1994) het aangetoon dat die primêre komponent van die VO_2 respons redelik konstant bly met 'n verhoging in die oefenintensiteit bo T_{An} . Dit wil dus voorkom asof dit slegs die VO_2 stadige komponent is wat verantwoordelik is vir die vertraging in VO_2 kinetika by werklaste bo T_{An} .

4.4. Die invloed van vorige oefening op VO_2 kinetika

Uit die literatuur blyk dit dat opwarmingsoefeninge wel 'n invloed het op die VO_2 kinetika (Di Prampero et al, 1970; Davies et al, 1972; Yoshida et al, 1995; Gerbino et al, 1996; MacDonald et al, 1997), hoewel teenstrydige resultate verkry is. Sommige studies het gevind dat opwarmingsoefeninge VO_2 kinetika versnel (Di Prampero et al, 1970; Davies et al, 1972; Yoshida et al, 1995, Gerbino et al, 1996, MacDonald et al, 1997), terwyl ander gevind het dat die kinetika vertraag word (Hughson & Morrissey, 1982; Hughson

& Morrissey, 1983), óf dat geen invloed sigbaar is nie (Diamond et al, 1977). Heelwat metodologiese verskille het egter in die studies voorgekom. Behalwe dat Yoshida et al (1995) sy proefpersone aan 'n ander oefeningsmodaliteit onderwerp het (eenbeen-fietsry vs tweebeen-fietsry), het elke studie verskillende oefenintensiteite gebruik tydens die opwarmingsperiode.

Navorsing deur Gerbino et al (1996) het meer lig gewerp op die invloed van die intensiteit van die opwarmingsoefeninge op VO_2 kinetika. Hulle het proefpersone ($n = 11$) onderwerp aan matige ($90\% T_{lakt}^8$) en hoë intensiteit ($92\% VO_{2maks}$) opwarmingsoefeninge, gevolg deur 'n matige ($90\% T_{lakt}$) of hoë ($92\% VO_{2maks}$) werklading. Opwarmingsoefeninge, hetsy bo of onder T_{lakt} , het geen invloed gehad op die VO_2 kinetika tydens werklaste onder T_{lakt} nie (VO_2 tydkonstantes: $33.5 \pm SA 27.2$ s; $37.9 \pm SA 19.2$ s en $37.6 \pm SA 16.2$ s vir geen, matige en hoë intensiteit opwarming onderskeidelik, $p < 0.05$).

Hierteenoor is gevind dat hoë intensiteit opwarming, in teenstelling met matige of geen opwarming, 'n beduidende versnelling in die VO_2 kinetika veroorsaak het vir werklaste bo T_{lakt} (VO_2 tydkonstantes: $65.0 \pm SA 27.8$ s; $56.2 \pm SA 37.8$ s en $36.9 \pm SA 24.8$ s vir geen, matige en hoë intensiteit opwarming onderskeidelik, $p < 0.001$). Gerbino et al (1996) het hierdie versnelling in VO_2 kinetika met hoë intensiteit opwarmingsoefeninge toegeskryf aan (1) vasodilatasie en verhoogde spierbloedvloei met die aanvang van die tweede werklast en (2) 'n asidemie-geïnduseerde verskuiwing van die oksihemoglobien-dissosiasie kurwe, met 'n gepaardgaande verhoogde diffusiegradiënt tussen die kapillêre bloed en mitochondria van die werkende spiere.

⁸

T_{lakt} verteenwoordig die geplotte waarde van VO_2 vs VCO_2 tydens 'n maksimale inkrementele oefeningstoets.

4.5. Ander faktore

Dwarssnit-studies het getoon dat die VO_2 kinetika van ouer persone stadiger is as dié van jonger persone (Babcock et al, 1994; Chilibeck et al, 1996). Die vertraging in die VO_2 kinetika van ouer persone kan die gevolg wees van fisiologiese en/of anatomiese veranderinge wat gepaardgaan met veroudering (Chilibeck et al, 1996). 'n Verlaging in die aktiwiteitsvlak met veroudering kan egter ook 'n rede vir die vertraagde VO_2 kinetika by ouer persone wees. 'n Onlangse studie (Babcock et al, 1994) met ouer persone (72 jaar) het getoon dat 'n 24-week-inoefeningsprogram 'n drastiese versnelling in die VO_2 kinetika induseer (VO_2 tydkonstantes $62.2 \pm SA 15.5$ s en $31.9 \pm SA 7.0$ s ($p < 0.05$); vir waardes voor en na die inoefeningsprogram).

Daar is ook reeds aangetoon dat VO_2 kinetika vertraag word deur sekere patologiese toestande van die kardiorespiratoriese en endokrinologiese sisteme (Sietsema et al, 1986; Regensteiner et al, 1998). Koike et al (1995) het 34 kardiaale pasiënte en 14 gesonde persone onderwerp aan 'n 50 W vierkantsgolf-protokol vir die bestudering van VO_2 kinetika. Die VO_2 tydkonstantes van die kardiaale groep was statisties beduidend stadiger as dié van die gesonde groep ($61.4 \pm SA 15.2$ s vs $48.8 \pm SA 10.4$ s, $p = 0.008$; en $58.7 \pm SA 12.6$ s vs $49.4 \pm SA 11.7$ s, $p = 0.02$; vir die VO_2 op-respons en VO_2 af-respons onderskeidelik). Die kardiaale groep het egter teen 'n hoër relatiewe intensiteit geoefen as die gesonde groep ($73\% VO_{2\text{piek}}$ vs $56\% VO_{2\text{piek}}$), alhoewel die twee groepe se harttempo tydens die oefening nie statisties beduidend verskil het nie ($116 \pm SA 25$ vs $116 \pm SA 14$ s.min⁻¹ vir die kardiaale en gesonde groep onderskeidelik, $p > 0.05$).

Regensteiner et al (1998) het in 'n studie met tipe II diabeteslyers ($n = 10$) gevind dat die VO_2 kinetika (uitgedruk as tydkonstantes) van hierdie persone beduidend stadiger is as oorgewig ($n = 10$) en ondergewig ($n = 10$) nie-diabetes kontrolegroepe vir werklaste onder T_{An} (20W: $42.6 \pm SA 23.8$ s, $18.4 \pm SA 9.9$ s, $21.4 \pm SA 8.9$ s vir die diabetes-, oorgewig-kontrole- en ondergewig-kontrolegroep onderskeidelik; $p < 0.05$). Dit blyk dus dat die VO_2 kinetika van tipe II diabeteslyers, hetsy oorgewig of nie, stadiger is as dié van die skynbaar gesonde bevolking.

C. HARTTEMPO (f_H) KINETIKA

Die meeste navorsing dui daarop dat f_H kinetika 'n sinvolle parameter is vir die bepaling van die inoefeningstoestand (fiksheid) van individue (Hagberg et al, 1980; Bunc et al, 1988). Die gebruik van harttempo kinetika vir die bepaling van funksionele kardiovaskulêre kapasiteit m.b.v. die Harvard opstaptoets, is reeds gedurende die Tweede Wêreldoorlog gebruik vir die keuring van individue (Astrand & Rodahl, 1970).

1. Protokolle

Harttempo kinetika behels 'n ondersoek na die tempo waarteen 'n persoon se harttempo aanpas by die aanvang van 'n nuwe oefeningsintensiteit. Die raamwerk waarbinne hierdie kinetika bestudeer word, is normaalweg een van twee protokolle: 'n inkrementele oefeningstoets waartydens die werkklas progressief verhoog word, óf 'n konstante intensiteit-oefeningstoets (Bunc et al, 1988). Die meeste navorsers gebruik egter dieselfde vierkantsgolf protokolle as dié vir VO_2 kinetika vir die berekening van f_H kinetika (Davies et al, 1972; Hagberg et al, 1980; Hughson & Morrissey, 1983; Sady et al, 1983; Bunc et al, 1988; Babcock et al, 1994; Yoshida et al, 1995; Chilibeck et al, 1996; Regensteiner et al, 1998).

2. Modelling

Die meeste navorsers gebruik 'n mono-eksponensiële vergelyking om die harttempo kurwe tydens die vierkantsgolfwerklaste te modelleer (Sady et al, 1983; Babcock et al, 1994; Yoshida et al, 1995; Chilibeck et al, 1996; Regensteiner et al, 1998), hoewel 'n bi-eksponensiële vergelyking soms 'n beter kurwepassing toelaat as 'n mono-eksponensiële model (Linnarsson, 1974; Hughson en Morrissey, 1983). Waar 'n mono-eksponensiële vergelyking slegs 'n enkele tydkonstante bereken, maak 'n bi-eksponensiële vergelyking voorsiening vir 'n kurwe wat uit twee fases/komponente bestaan, elk met 'n aparte tydkonstante. Soos met die modellering van VO_2 kinetika, word 'n tydvertraging nie altyd in die eksponensiële model ingesluit nie (Hughson & Morrissey, 1983; Sady et al, 1983; Babcock et al, 1994; Chilibeck et al, 1996;

Regensteiner et al, 1998)

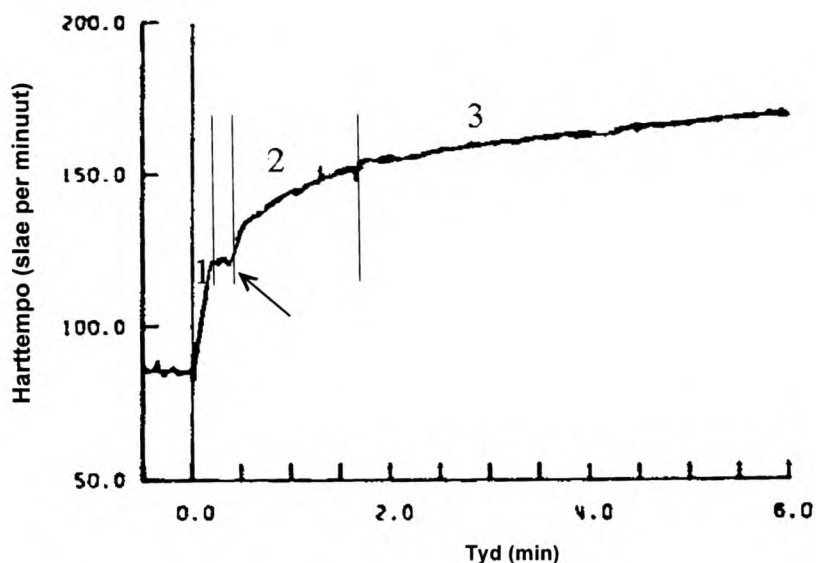
Harttempo kinetika, word net soos die VO_2 respons, in terme van tydkonstantes (Hughson & Morrissey, 1983; Babcock et al, 1994; Yoshida et al, 1995; Chilibeck et al, 1996; Regensteiner et al, 1998), halflye (Davies et al, 1972; Hagberg et al, 1980) en die gemiddelde responstyd (Hughson & Morrissey, 1983) uitgedruk. As gevolg van hierdie metodologiese verskille in die kwantifisering van f_H kinetika, moet vergelykings tussen studies met sorg gedoen word.

3. Fisiologiese meganismes

Dit is bekend dat harttempo vinnig styg by die aanvang van oefening, met feitlik geen tydsvertraging nie (Krogh & Lindhart, 1913). Dit blyk dat die styging in harttempo met 'n verhoging in die oefeningsintensiteit grootliks die gevolg is van 'n verminderde parasimpatiese neurale invloed (opheffing van die vagustonus), en 'n verhoogde simpatiese neurale invloed op die hart (Hughson, 1990). Die onttrekking van die inhibitoriese parasimpatiese impulse is grootliks verantwoordelik vir die styging in harttempo van 'n rustende waarde van 60 s.min^{-1} tot 'n harttempo van 100 s.min^{-1} . Hierteenoor sal 'n styging in die harttempo van 100 s.min^{-1} na 140 s.min^{-1} meerendeels die gevolg wees van 'n verhoogde simpatiese aktiwiteit, met die parasimpatiese stelstel wat tot 'n mindere mate 'n invloed uitoefen (Linnarsson, 1974; Hughson, 1990).

Dit blyk dat die f_H op-respons, soos in die geval van die VO_2 respons, uit drie komponente (fases) bestaan: 'n vinnige styging gedurende die eerste 10 - 15 sekondes, 'n stadiger styging gedurende die volgende 60 - 90 sekondes, en 'n stadige, byna liniêre drif (styging) tot en met die einde van die werkklas (Linnarsson, 1974). 'n Interessante fenomeen, uniek aan die f_H op-respons, is 'n afplatting (en soms selfs 'n daling) in die harttempo tussen die eerste en tweede fase (figuur 12). 'n Moontlike verklaring vir hierdie tydelike daling in die f_H op-respons is die opheffing van die vagustonus tydens die eerste 10-15 sekondes, wat gevolg word deur 'n kortstondige toename in die parasimpatiese aktiwiteit vir die volgende 10 - 15 sekondes (Linnarsson, 1974). Die fisiologiese meganismes wat verantwoordelik is vir hierdie bifasiese verandering in

vagus invloed op die hart, is egter nie bekend nie (Linnarsson, 1974).



Figuur 12. Die drie fases van die f_H op-respons, asook die afplating in die f_H tussen fase 1 en fase 2 wat kenmerkend is aan die f_H op-respons. Aangepas vanuit Linnarsson (1974).

Weinig studies het in die bestudering van f_H kinetika die af-respons ondersoek, m.a.w. die tempo waarteen die harttempo terugkeer na 'n rustende (basislyn) waarde (Linnarsson, 1974; Hagberg et al, 1980). Die f_H af-respons, soos in die geval van die VO_2 af-respons, bestaan uit twee fases: 'n vinnige en 'n stadige fase (Linnarsson, 1974). Dit blyk verder dat f_H kinetika tydens die af-respons stadiger is as f_H kinetika tydens die op-respons (Linnarsson, 1974; Hagberg et al, 1980).

Hagberg et al (1980) het 8 persone vanaf 'n rustende toestand laat oefen op 'n fietsergometer teen 50% en 70% van hul VO_{2maks} . Harttempo kinetika is ondersoek tydens die aanvang van oefening en tydens die herstelperiode. Daar is gevind dat f_H kinetika (soos uitgedruk as halftye) tydens die herstelfase, 2 - 3 maal langer was as f_H kinetika tydens die aanvang van oefening ($16.5 \pm SF 2.2$ s vs $50.2 \pm SF 14.4$ s en $31.8 \pm SF 4.2$ vs $73.9 \pm SF 7.7$ vir die lae en hoë oefeningsintensiteite onderskeidelik). Soortgelyke resultate is deur Linnarsson (1974) verkry wat ook getoon het dat daar 'n

paar sekondes verloop na die beëindiging van hoë intensiteit oefening voordat die harttempo begin daal.

'n Nuwe verwantskap bestaan tussen die kinetika van suurstofverbruik en harttempo tydens oefening (Davies et al, 1972; Hughson & Morrissey, 1983; Bunc et al, 1988; Zhang et al, 1991; Chilibeck et al, 1996). Babcock et al (1994) het 8 bejaarde mans ($72 \pm SA 4.4$ jaar) onderwerp aan 'n 6 maande hoë intensiteit inoefeningsprogram op 'n fietsergometer. Na afloop van die inoefeningsprogram is 'n statisties beduidende korrelasie ($r = 0.78$, $p = 0.02$) gevind tussen die veranderinge in die tydkonstantes van VO_2 en f_H tydens die inoefeningsperiode. In 'n dwarsnitstudie het Chilibeck et al (1996) 16 jong persone (VO_{2maks} : $43 \pm SA 8.3 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) onderwerp aan 'n vierkantsgolf-protokol van 6 minute teen 'n oefeningsintensiteit van $90\% T_{vent}$ ⁹. 'n Statisties beduidende korrelasie is gevind tussen die tydkonstantes van die VO_2 op-respons en f_H op-respons ($r = 0.64$; $p < 0.008$).

Weens die noue ooreenkomste tussen f_H en VO_2 kinetika tydens vierkantsgolf-werkladings, het sommige navorsers die twee veranderlikes met dieselfde eksponensiële vergelykings gemodelleer (Yoshida et al, 1995; Chilibeck et al, 1996; Regensteiner et al, 1998).

4. Faktore wat f_H kinetika beïnvloed

4.1. Inoefening

Studies wat die invloed van inoefening op f_H kinetika ondersoek het, het teenstrydige bevindinge opgelewer. Babcock et al (1994), in 'n studie met bejaarde mans (65 - 78 jaar), kon geen verandering in f_H kinetika meet (uitgedruk as tydkonstantes) na 'n 24 weke hoë intensiteit oefenprogram nie ($38.1 \pm SA 20.5 \text{ s}$ vs $28.6 \pm SA 7.2 \text{ s}$; pre- en post-inoefening onderskeidelik, $p > 0.05$). Hierteenoor het VO_2 kinetika 'n beduidende versnelling getoon na die oefenprogram ($62.2 \pm SA 15.5 \text{ s}$ vs $31.9 \pm SA 7.0 \text{ s}$, $p < 0.05$;

⁹ Die punt waar daar 'n sistematiese styging in $V_E \cdot VO_2^{-1}$ voorkom sonder 'n gelyktydige styging in $V_E \cdot VCO_2^{-1}$.

pre- en post-inoefening onderskeidelik). Daar was egter 'n statisties beduidende korrelasie tussen die veranderinge in τVO_2 en τf_H ($r = 0.78$; $p=0.02$).

In nog 'n studie met jong mans (30 jaar) kon Hagberg et al (1980) 'n statisties beduidende versnelling in f_H kinetika aantoon na 'n 9 weke hoë intensiteit oefenprogram op 'n fietsergometer. Die f_H op-respons ($t_{1/2}$) by 70 % VO_{2maks} was beduidend vinniger ná die oefenprogram ($31.8 \pm SF 4.2$ s; $13.2 \pm SF 0.4$ s; $15.7 \pm SF 15.7$ s, $p < 0.05$; vir pre-inoefening; post-inoefening: absolute werkklading; post-inoefening: relatiewe werkklading). Die f_H af-respons ($t_{1/2}$) het 'n soortgelyke statisties beduidende versnelling getoon na die oefenprogram ($t_{1/2}$ was 45-55% vinniger, $p < 0.01$) teen dieselfde absolute en relatiewe werkkladings.

Die verskil in resultate in bogenoemde twee studies kan moontlik toegeskryf word aan die verskillende meetinstrumente wat gebruik is om f_H kinetika uit te druk (tydkonstantes en f_H halftye). A.g.v. die sterk korrelasie tussen τf_H en τVO_2 kan met redelike sekerheid afgelei word dat hoë-intensiteit inoefening 'n versnellende effek op f_H kinetika het.

4.2. Fiksheid

Min studies het die invloed van fiksheid (uitgedruk as VO_{2maks}) op f_H kinetika ondersoek. Bunc et al (1988) het 'n sterk verband getoon tussen f_H kinetika ($t_{1/2}$) en VO_{2maks} van roeiers en studente ($r = -0.73$ en $r = -0.87$ onderskeidelik). In 'n studie (Regensteiner et al, 1998) met ondergewig persone ($n = 10$), oorgewig persone ($n = 10$) en tipe 2-diabeteslyers ($n = 10$) is 'n statisties beduidende korrelasie gevind tussen f_H kinetika (tydkonstantes) en VO_{2maks} ($r = -0.59$; $r = -0.45$ en $r = -0.60$ onderskeidelik). Uit hierdie studies kan afgelei word dat hoe hoër die VO_{2maks} , hoe vinniger is die f_H kinetika.

4.3. Intensiteit van die werkklas

Die invloed van die intensiteit van die werkklas op f_H kinetika is nie sonder teenstrydige bevindinge nie. Linnarsson (1974) het getoon dat die f_H kinetika (uitgedruk as die

gemiddelde responstyd) beduidend vertraag word met 'n verhoging in die werkklas tydens 'n vierkantgolf-protokol op 'n fietsergometer. Dit geld vir die f_H op-respons ($15.1 \pm SF 1.6$ s; $28.4 \pm SF 2.7$ s; $39.7 \pm SF 2.9$ s, $p < 0.05$) en die f_H af-respons ($18.0 \pm SF 1.4$ s; $30.9 \pm SF 1.7$ s; $60.2 \pm SF 3.5$ s, $p < 0.01$) by werklaste van 80 W, 160 W en 240 W onderskeidelik. Regensteiner et al (1998) het 'n soortgelyke vertraging in die f_H op-respons gevind by ondergewig, oorgewig en tipe II diabetes persone. Die f_H kinetika van die diabeteslyers (soos uitgedruk as tydkonstantes) het statisties beduidend vertraag by elke hoër werkklas [($23.8 \pm SA 16.2$ s, (20 W); $40.7 \pm SA 11.9$ s (30 W) en $72.3 \pm SA 21.5$ s (80 W); $p < 0.05$]. Dieselfde patroon is aangetref by die ondergewig en oorgewig kontrole groepe.

Hughson en Morrisey (1983) het aangetoon dat 'n verhoging in die werkklas vanaf rus na $80\% VO_{2maks}$, 'n beduidende vertraging in die f_H kinetika van jong, gesonde proefpersone ($n = 6$) induseer (soos uitgedruk as GRT), in vergelyking met 'n verhoging in die werkklas vanaf rus na $40\% VO_{2maks}$ ($44.8 \pm SA 8.5$ s vs $22.8 \pm SA 13.3$ s, $p < 0.05$).

'n Vergelyking van die studie van Regensteiner et al (1998) en dié van Linnarsson (1974) moet egter met groot sorg gedoen word. Behalwe vir die feit dat die oefeningsintensiteite tydens die vierkantgolf-werklaste van die twee studies verskil het, is verskillende meetinstrumente gebruik om die f_H kinetika te kwantifiseer. Linnarsson (1974) het die gemiddelde responstyd (GRT) van die f_H respons gebruik, terwyl Regensteiner et al (1998) van tydkonstantes gebruik gemaak het. Linnarsson (1974) kon nie met tydkonstantes aantoon dat die f_H respons vertraag met 'n verhoging in oefeningsintensiteit nie. M.b.v. die GRT kon hy egter aantoon dat die f_H kinetika afhanklik is van die grootte van die werkklas.

4.4. Ouderdom

Sady et al (1983) het die harttempo van 21 jong kinders ($10.2 \pm SF 1.28$ jaar) en 21 volwassenes ($30 \pm SF 5.6$ jaar) vergelyk en geen statisties beduidende verskille in die

f_H respons van die twee groepe gevind nie ($t_{1/2} = 11.4 \pm \text{SF } 1.86 \text{ s}$ en $13.6 \pm \text{SF } 1.66 \text{ s}$ onderskeidelik, $p = 0.38$). Die oefeningsintensiteit was egter baie laag ($\pm 40 \% \text{ VO}_{2\text{maks}}$) en die werklas het dus nie 'n groot lading op die kardiovaskulêre stelsel van die proefpersone geplaas nie. Chilibeck et al (1996) kon egter ook geen verband vind tussen ouderdom en τf_H in 29 persone tydens 'n fietsryoefening van $\pm 90 \% T_{An}$ nie ($r = 0.19$, $p > 0.05$).

4.5. Opwarming

Hughson en Morrissey (1983) het gevind dat opwarming by $40 \% \text{ VO}_{2\text{maks}}$ 'n vertragende effek op f_H kinetika het. Die gemiddelde responstyd van die f_H op-respons was statisties beduidend stadiger, toe 'n werklas van $80\% \text{ VO}_{2\text{maks}}$ voorafgegaan is met 'n opwarmingsperiode by $40\% \text{ VO}_{2\text{maks}}$, in vergelyking met 'n rusperiode ($87 \pm \text{SA } 12.9 \text{ s}$ en $44.8 \pm \text{SA } 8.5 \text{ s}$ onderskeidelik, $p < 0.05$). In teenstelling hiermee het Yoshida et al (1995) geen verandering in f_H kinetika opgemerk toe oefening voorafgegaan is deur 'n rusperiode, óf 'n 50 W opwarmingsperiode nie (τf_H $28.5 \pm \text{SF } 3.6\text{s}$ en $24.6 \pm \text{SF } 3.9 \text{ s}$ onderskeidelik; $p > 0.05$).

D. OPSOMMING

VO_2 en f_H kinetika is bruikbare fisiologiese veranderlikes vir die meting van die spoed waarteen die kardiovaskulêre stelsel aanpas by 'n verhoging/verlaging in die oefeningsintensiteit. Ekstensiewe navorsing is reeds gedoen op die fisiologiese meganismes betrokke by VO_2 en f_H kinetika en die modellering van beide veranderlikes. Alhoewel daar heelwat protokolle bestaan waarmee VO_2 en f_H kinetika gemeet kan word, is die gebruik van 'n fietsergometer met blokvormige veranderinge in die oefenintensiteit die mees populêre protokol.

Dit blyk dat daar 'n sterk verband bestaan tussen fiksheid ($\text{VO}_{2\text{maks}}$) en VO_2 kinetika. Die meeste studies het getoon dat VO_2 kinetika versnel met 'n verhoging in fiksheid. Dieselfde sterk verband is nie sigbaar tussen f_H kinetika en $\text{VO}_{2\text{maks}}$ nie. Dit wil voorkom

asof inoefening VO_2 en f_H kinetika versnel, en dat hierdie versnelling nie afhanklik is van die ouderdom van die persoon nie (Babcock et al, 1994).

Onsekerheid bestaan of 'n verhoging in die oefeningsintensiteit VO_2 en f_H vertraag, alhoewel dit lyk asof hoë intensiteit oefening die VO_2 fase 3 respons (stadige komponent) vertraag. Alhoewel daar uitsonderings is, blyk dit dat hoë intensiteit opwarmingsoefeninge VO_2 kinetika versnel tydens oefeningsintensiteite bo T_{An} . VO_2 en f_H kinetika is vertraag in persone met kardiopulmonale en endokrinologiese patologie.

Die legio protokolle wat gebruik word vir die meting en modellering van VO_2 en f_H kinetika, maak vergelykings tussen studies moeilik. Onoordeelkundige veralgemenings kan nie gemaak word van die resultate van studies waar fundamentele metodologiese verskille voorgekom het nie.

HOOFSTUK DRIE

PROBLEEMSTELLING

A. INLEIDING

Heelwat studies het die fisiologiese veranderlikes van kompeterende fietsryers ondersoek, en hoe hierdie veranderlikes verband hou met fietsryprestasie in die veld of in 'n laboratorium (Barlow et al, 1985; Coyle et al, 1988; Coyle et al, 1991; Hawley & Noakes, 1992; Craig et al, 1993). Navorsing oor die VO_2 en harttempo (f_H) kinetika van kompeterende fietsryers, en hoe hierdie veranderlikes met fietsryprestasie in die veld korreleer, is egter beperk.

Die studie van VO_2 en f_H kinetika behels die berekening van tydkonstantes, wat 'n aanduiding is van die tyd wat die fisiologiese stelsels neem om by 'n nuwe werkklas aan te pas (d.w.s. om weer homeostase te bereik). Die werkklas kan verhoog of verlaag word tussen twee voorafbepaalde werklaste, waarna die tydkonstantes vir die op- en af-respons bereken word. Die tydkonstante (τ) word gedefinieer as die tyd (sek) wat dit neem om 63% van die "nuwe" konstante waarde te bereik.

Dit is reeds bekend dat fiks persone vinniger VO_2 en f_H kinetika as onfiks persone het (Hickson et al, 1978; Powers et al, 1985; Zhang et al, 1991). Hieruit is afgelei dat hierdie veranderlikes moontlik gebruik kan word om die kardiovaskulêre inoefeningstoestand (fiksheid) van 'n persoon te kwantifiseer. Daar bestaan egter nog onduidelikheid in die literatuur oor die bruikbaarheid van VO_2 en f_H kinetika as voorspellers van fietsryprestasie, en hoe hierdie veranderlikes met die tradisionele voorspellers van fietsryprestasie korreleer .

B. DOELWITTE VAN DIE STUDIE

- 1. Om te bepaal of die VO_2 en f_H kinetika van kompeterende fietsryers, gemeet tydens 'n trapinset-oefeningstoets, fietsryprestasie in 'n langafstand bondelwingspringresies en 'n 20 km padtydtoets voorspel.**

Vrae:

- 1.1. Is daar 'n korrelasie tussen die tydkonstantes (τ) van VO_2 en f_H , en die fietsryers se prestasie in die veld?
 - 1.2. Is daar 'n korrelasie tussen die absolute verandering in VO_2 (ΔVO_2) en f_H (Δf_H) tydens die verskillende trapinsette, en die fietsryers se prestasie in die veld?
- 2. Om die verband tussen VO_2 en f_H kinetika en ander tradisionele parameters van uithouvermoë oefeningskapasiteit te ondersoek.**

Vrae:

- 2.1. Is daar 'n korrelasie tussen die fietsryers se VO_{2maks} , ventilatoriese draaipunt (T_{vent}) en maksimum werkklas (W_{maks}), soos gemeet tydens 'n inkrementele oefeningstoets, en hul VO_2 en f_H tydkonstantes, soos gemeet tydens 'n trapinset-oefeningstoets?
 - 2.2. Is daar 'n korrelasie tussen die fietsryers se VO_{2maks} , ventilatoriese draaipunt (T_{vent}) en maksimum werkklas (W_{maks}), soos gemeet tydens 'n inkrementele oefeningstoets, en die absolute verandering in hul VO_2 en f_H tydens die verskillende trapinsette?

3. Om te bepaal of VO_2 en f_H kinetika tydens die somerfietsryseisoen verander, en of dit verband hou met die fietsryers se verandering in inoefeningstoestand.

Vrae:

- 3.1. Is daar 'n statisties beduidende verskil tussen die fietsryers se VO_2 en f_H tydkonstantes aan die begin en aan die einde van die somer fietsryseisoen?
- 3.2. Is daar 'n statisties beduidende verskil tussen die fietsryers se absolute verandering in VO_2 en f_H tydens die verskillende trapinsette aan die begin en aan die einde van die somer fietsryseisoen?
- 3.3. Is daar 'n verandering in die tradisionele voorspellers van fietsryprestasie (VO_{2maks} , T_{vent} , W_{maks}), aan die begin en einde van die somer fietsryseisoen?

C: POTENSIËLE VOORDELE VAN DIE STUDIE

1. Die daarstelling van 'n submaksimale laboratorium oefeningstoets vir kompeterende fietsryers, waarvan die korrelasie met fietsryprestasie vasgestel is.
2. Die daarstelling van 'n alternatiewe metode ('n submaksimale trapinset oefeningstoets) om verandering in fiksheid te kwantifiseer. Hierdie metode is nie poging-afhanklik nie en omdat dit 'n submaksimale toets is, sal dit nie inbreuk maak op 'n fietsryer se oefenprogram nie.
3. Die bepaling van die verband tussen VO_2 en f_H kinetika, en ander tradisionele voorspellers van fietsryprestasie.

HOOFSTUK VIER

METODIEK

A. STUDIE ONTWERP

In hierdie dwarsnit eksperimentele studie is die bruikbaarheid van VO_2 en f_H kinetika as voorspellers van fietsryprestasie ondersoek. Die fietsryers is onderwerp aan maksimale en submaksimale oefeningstoetse in die laboratorium en hierdie resultate is vergelyk met hulle prestasie in georganiseerde fietswedrenne. Die studie is goedgekeur deur die Etiese Komitee van die Fakulteit van Geneeskunde, Universiteit van Stellenbosch (Projek nr. 98/003).

B. PROEFPERSONE

Een en twintig mans (ouderdom: $22.8 \pm SA 6.2$ jaar, lengte: $1.80 \pm SA 0.07$ m, gewig: $69.0 \pm SA 8.2$ kg) het vrywillig ingestem om aan die studie deel te neem. Al die proefpersone was nie-rokers en het geen simptome van kardiopulmonale siektes gehad wat 'n kontra-indikasie vir oefening was nie. Al die proefpersone was kompeterende fietsryers op klub- of provinsiale vlak, wat fietsry as hulle voorkeursport beoefen het. Tydens die eerste laboratoriumbesoek is die proefpersone vergewis van die doel, eksperimentele prosedures, tydskedulering en risiko's verbonde aan die studie. Die proefpersone het hierna 'n ingeligte toestemmingsbrief (Bylaag A) onderteken en 'n gesondheids (Bylaag B)- en oefenvraelys (Bylaag C) ingevul.

Die proefpersone is aan die begin en aan die einde van die somer fietsryseisoen getoets. Die eerste toetsing het in November 1998 plaasgevind en die tweede toetsing in Maart 1999.

C. EKSPERIMENTELE ONTWERP

Die studie is opgedeel in twee eksperimentele fases:

Fase 1: (November 1998)

- 1.1. Maksimale inkrementele oefeningstoets
- 1.2. Trapinset-oefeningstoets
- 1.3. Die Burger-Sanlam fietstoer (103 km)
- 1.4. Individuele padtydoets (20 km)

Fase 2: (Maart 1999)

- 2.1. Maksimale inkrementele oefeningstoets
- 2.2. Trapinset-oefeningstoets
- 2.3. Cape Argus/Pick 'n Pay-fietstoer (105 km)
- 2.4. Individuele padtydoets (20 km)

D. EKSPERIMENTELE PROSEDURES

Al die laboratoriumtoetse het tussen 14:00 - 22:00 in dieselfde laboratorium plaasgevind. Elke proefpersoon het sover moontlik op dieselfde tyd van die dag die verskillende laboratoriumtoetse voltooi. Die persone is gevra om in die 24 uur voor die laboratoriumtoetse nie aan strawwe oefeninge deel te neem nie en nie te eet vir minstens 2 ure voor die toetsing nie. Die temperatuur in die laboratorium is konstant gehou tydens die toetsing in November '98 ($22.3 \pm SA 1.1^{\circ}C$) en Maart '99 ($22.3 \pm SA 1.1^{\circ}C$). Die humiditeit was egter statisties beduidend hoër tydens die Maart '99 toetsing as tydens die November '98 toetsing ($64.5 \pm SF 3.7\%$ vs $52.8 \pm SF 8.7\%$, $p < 0.01$). Die barometriese druk was statisties beduidend hoër tydens die November '98 toetsing as tydens die Maart '99 toetsing ($755.7 \pm SF 3.2$ mmHg vs 753.1 ± 1.8 mmHg, $p < 0.01$).

Die antropometiese metings het staanlengte, gewig en vetpersentasie ingesluit. Vir al drie metings was die persone kaalvoet en geklee in 'n fietsrybroek. Staanlengte is

gemeet met 'n standaard antropometer, tot die naaste sentimeter, met die persoon in 'n regop-posisie en hakke teen mekaar. Liggaamsgewig is gemeet met 'n badkamerskaal tot die naaste kilogram.

Vir die meting van vetpersentasie is 'n impedansie-meter (Bodystat[®]) gebruik. Proefpersone is opdrag gegee om voor die meting hul blaas te ledig. Die elektrodes is op die dorsale oppervlak van die proefpersoon se regterhand en regtervoet geplaas by die volgende anatomiese posisies: bokant die distale metakarpale beentjie van die middelvinger; in die middel van die karpale beentjies; bokant die distale metatarsale beentjie van die tweede teen; en tussen die twee malleoli van die enkel. Die persoon het tydens die meting op sy rug gelê, met sy hande langs sy sye.

Na afloop van die antropometriese metings het die persoon stelling ingeneem op die fietsergometer. Die saalhoogte, raamlengte en nekhoogte van die fietsergometer is volgens die persoon se spesifikasies en voorkeure gestel en die afsonderlike afmetings is neergeskryf, sodat die persoon se posisie op die fiets gestandaardiseer was vir die daaropvolgende toetse. Al die proefpersone het fietsryskoene gedra.

E. METABOLIESE EN HARTTEMPO METINGS

Standaard tegnieke van opelus spirometrie is gebruik vir die insameling van ventilatoriese en metaboliese data. Proefpersone het 'n neusklem gedra en het kamerlug ingeasem deur 'n mondstuk wat verbind is aan 'n lae-weerstand T-klep (doeie ruimte 75 ml). Monsters van gemengde geëkspireerde gasse is deurlopend tydens die oefeningstoets geneem vanuit 'n 4 liter *perspex* mengkas, wat verbind is aan die mondstuk via 'n lugpyp, 144 cm lank en 5 cm in deursnit. Gasmonsters is teen 'n tempo van $1 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ deur 'n kort (140 cm) lugbuisie, met 'n interne deursnit van 0.03 cm, uit die mengkas geneem. Hierdie lug is gedroog met kalsiumchloried, en deurlopend geanaliseer vir die fraksionele konsentrasie gemengde geëkspireerde O_2 ($F_E\text{O}_2$) en die fraksionele konsentrasie gemengde geëkspireerde CO_2 ($F_E\text{CO}_2$).

Analise van die gasmonsters is uitgevoer met 'n paramagnetiese Morgan suurstof

analiseerder (OA500D) en 'n Morgan hoë-spoed respons infrarooi koolstofdioksied analiseerder (901 MK2). Die vervoer-sloertyd van die suurstof en koolstofdioksied analiseerders was 16 en 1.1 sekondes onderskeidelik. Geëkspireerde lugvloei is gemeet met 'n Morgan wigventilometer (Mark II). Geïnspireerde minuutventilasie (V_I) is bereken en omgesit na geëkspireerde minuutventilasie (V_E) deur gebruik te maak van die Haldane korreksie. Geëkspireerde minuutventilasie is gekorrigeer na liggaamstemperatuur, omgewing atmosferiese druk en versadig met waterdamp (BTPS), terwyl die droë VO_2 en VCO_2 gekorrigeer is na standaard temperatuur, standaard druk en droë toestand (STPD). Temperatuur en waterdamp korreksies is gedoen op geïnspireerde en geëkspireerde volumes volgens die toestand gemeet naby die volume turbine. Suurstofverbruik (VO_2) en koolstofdioksiedproduksie (VCO_2) is bereken volgens die volgende vergelykings:

$$VO_2 = [V_I \cdot F_{IO_2}] - [V_E \cdot F_{EO_2}] \dots\dots\dots (1.1)$$

$$VCO_2 = [V_E \cdot F_{ECO_2}] - [V_I \cdot F_{ICO_2}] \dots\dots\dots (1.2)$$

waar VO_2 = suurstofverbruik ($ml \cdot min^{-1}$)

VCO_2 = koolstofdioksiedproduksie ($ml \cdot min^{-1}$)

V_I = geïnspireerde minuutventilasie ($l \cdot min^{-1}$)

V_E = geëkspireerde minuutventilasie ($l \cdot min^{-1}$)

F_{IO_2} = fraksionele konsentrasie gemengde geïnspireerde suurstof (%)

F_{ICO_2} = fraksionele konsentrasie geïnspireerde koolstofdioksied (%)

F_{EO_2} = fraksionele konsentrasie geëkspireerde suurstof (%)

F_{ECO_2} = fraksionele konsentrasie geëkspireerde koolstofdioksied (%)

Die asemhalingsfrekwensie (f_R) is bereken vir elke asemteug van die ventilometer metings. Drie EKG elektrodes (Electrospyras ZAV) is op die proefpersoon geplak, nadat die vel met alkohol gereinig is. Die elektrokardiogram is gemonitor vanaf 'n drie-afleiding konfigurasie en 'n Hewlett Packard 783420A kardiogrammeter is gebruik om die harttempo vanaf R-R intervale af te lei.

Die gemiddelde van al die toetsdata is elke twee sekondes bereken en deurlopend gemonitor en gestoor tydens die oefentoets m.b.v 'n P.K. Morgan oefen-sagteware

pakket. Die gasanaliseerders is binne 60 minute voor die aanvang van elke dag se oefentoetse gekalibreer met 'n standaard kalibrasiegas-mengsel (17.2 % O₂, 3.60 % CO₂ en 79.2 % N₂).

F. DIE FIETSERGOMETER

Al die laboratorium oefeningstoetse is uitgevoer in die regop-posisie op 'n rekenaar-beheerde fietsergometer. Die ergometer is toegerus met standaard padfietskomponente (saal, pedale en handvatsels). Die fietsergometer is in 20 W inkremente gekalibreer, met 'n minimum weerstand van 65 W en 'n maksimum weerstand van 600 W. Nadat die weerstand gestel is, is die werkklas konstant gehou d.m.v. 'n geslote terugvoerstelsel tussen die rekenaar en die ergometer, ongeag veranderinge in die trapfrekwensie. 'n Standaard fietsrekenaar (Cateye®) het die trapfrekwensie (rev.min⁻¹) bereken en vertoon. Die gewig van die vliegwiel is tot 'n minimum beperk (~ 4 kg) om vinnige veranderinge in die werkklas toe te laat. Die ergometer het gebruik gemaak van 'n elektromagnetiese remsisteem in die vorm van 'n standaard motorvoertuig alternator.

G. OEFENINGSPROTOKOLLE

Elke proefpersoon het altesaam vier oefeningstoetse in die laboratorium uitgevoer: twee inkrementele, maksimale oefeningstoetse en twee trapinset-oefeningstoetse (November '98 en Maart '99). Tydens die eerste toetsing in November '98 het 21 proefpersone die oefeningstoetse afgelê. Ses proefpersone het egter nie die oefeningstoetse tydens die tweede toetsing in Maart '99 afgelê nie, a.g.v siekte (n = 1), meganiese probleme met die fietsergometer (n = 2) en vrywillige onttrekking (n = 3).

Die proefpersone is tydens die oefeningstoetse met 'n waaier verkoel om termoregulering te bevorder. Tydens die herstelperiode is die proefpersone toegelaat om vir 5 minute rustig te trap teen 'n minimum weerstand van 65 W, voordat hulle van die fiets afgeklim het.

1. Die maksimale oefeningstoets

Die eerste toets wat die proefpersone afgelê het, was die inkrementele, maksimale toets vir die bepaling van maksimale suurstofverbruik ($VO_{2\text{maks}}$), ventilatoriese draaipunt (T_{vent}), maksimum harttempo ($f_{H\text{maks}}$) en maksimum werkklas (W_{maks}).

Die toets het begin met 'n opwarming van vyf minute teen 'n weerstand van 65 W. Die proefpersoon is gevra om tydens die opwarming en oefeningstoets teen 'n frekwensie van tussen 75 - 90 rev.min⁻¹ te trap. Na die opwarming is die proefpersone geleentheid gegee om hulle bobespere te strek. Die oefeningstoets het hierna teen 'n weerstand van 140 W begin. Die werkklas is vermeerder met inkremente van 20 W elke minuut, totdat die persoon nie meer 'n trapfrekwensie van 60 rev.min⁻¹ kon volhou nie, ten spyte van sterk verbale aanmoediging.

1.1. Maksimale oefeningskapasiteit

Alle fisiologiese maksimum-waardes wat in hierdie studie gerapporteer is, is die werklike waardes wat deur die proefpersoon bereik is. Daar is nêrens van indirekte of geëkstrapoleerde waardes gebruik gemaak nie. $VO_{2\text{maks}}$ is bereken as die hoogste VO_2 waarde tydens enige 30 sekonde-periode van die laaste werkklas van die oefeningstoets.

Maksimum harttempo ($f_{H\text{maks}}$) is bereken as die hoogste harttempo wat geregistreer is op die kardiotagometer tydens die laaste minuut van die maksimale oefeningstoets. Die proefpersone se ouderdom-voorspelde maksimum harttempo ($f_{H\text{voorspelde}}$) is bereken volgens die formule:

$$f_{H\text{voorspelde}} = 210 - (\text{ouderdom} \cdot 0.65) \dots\dots\dots(1.3)$$

Die maksimum werkklas (W_{maks}) is bereken m.b.v die volgende formule:

$$W_{maks} = W_{VL} + 20 W \cdot s \dots\dots\dots(1.4)$$

waar: W_{maks} = maksimum werkklas

W_{VL} = voorlaaste werkklas wat volledig voltooi is

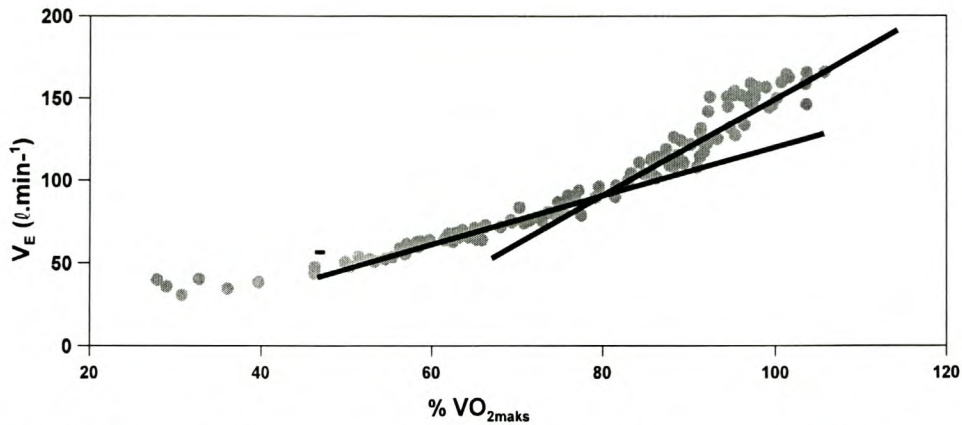
s = aantal sekondes in finale werkklas voordat toets gestaak is

Die maksimale oefeningstoets is gestaak indien een of meer van die volgende kriteria bereik is:

- 1] 'n afplatting in die VO_2 -kurwe of 'n styging in VO_2 van $<150 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$, ten spyte van 'n verhoging in die werkklas;
- 2] bereiking van die fietsryers se ouderdom-voorspelde maksimum harttempo;
- 3] respiratoriese uitruilkoëffisiënt (R) > 1.1 ;
- 4] 'n trapfrekwensie van $< 60 \text{ rev} \cdot \text{min}^{-1}$;
- 5] indien die persoon self besluit het om die toets te staak weens uitputting.

1.2. Bepaling van die ventilatoriese draaipunt (T_{vent})

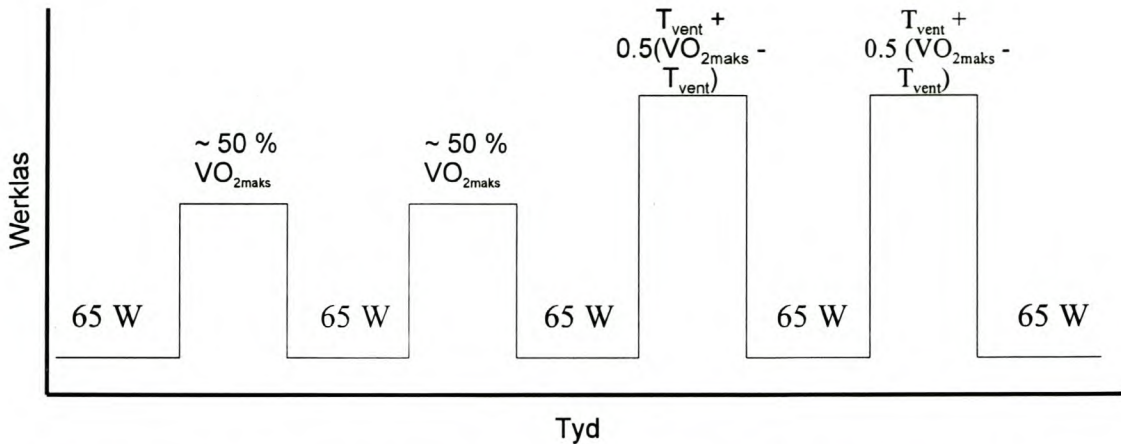
Die ventilatoriese draaipunt is bereken as die punt ($\% VO_{2maks}$) waar die styging in minuutventilasie (V_E) afgewyk het van lineariteit. Figuur 13 toon hoe hierdie afwyking in lineariteit bepaal is. Alhoewel daar heelwat metodes bestaan om T_{vent} te bereken, het hierdie metode die beste herhaalbaarheid getoon. Die punt van afwyking is deur twee ondersoekers afsonderlik bepaal. Indien die twee ondersoekers se waardes van mekaar verskil het, is die gemiddelde van die twee waardes geneem.



Figuur 13. Grafiese voorstelling van die metode waarvolgens T_{vent} bepaal is.

2. Die trapinset oefeningstoets

Die trapinset oefeningstoets is binne 72 uur na voltooiing van die maksimale oefeningstoets uitgevoer. Tydens hierdie toets is die kinetiese parameters van VO_2 en f_H bepaal. Die toets het bestaan uit 4 trapinsette van 5 minute elk, met 'n basislyn-trapinset van 5 minute teen 65 W tussen-in (Fig. 14). Die intensiteit van die eerste twee trapinsette was $\sim 50\%$ VO_{2maks} en is só gekies om 'n oefenrespons te indueer wat spesifiek **onder** die ventilatoriese draaipunt van die proefpersoon was. Die laaste twee trapinsette het gepoog om 'n oefenrespons te indueer wat die proefpersoon sou dwing om **bo** sy ventilatoriese draaipunt te oefen. Hierdie werkklas is vasgestel as die punt halfpad tussen die persoon se ventilatoriese draaipunt en sy VO_{2maks} .



Figuur 14. Skematiese voorstelling van die trapinset oefeningstoets.

Die trapinset-oefeningstoets is voorafgegaan met 'n opwarming van 5 minute teen 65 W. Hierna het die toets by die basislyn-trapinset van 5 minute teen 65 W begin. Die proefpersoon is opdrag gegee om teen dieselfde trapfrekwensie te ry as tydens die maksimale oefeningstoets (75 - 90 rev.min⁻¹). Behalwe vir sy trapfrekwensie, het die persoon geen terugvoer gekry t.o.v. die tyd verstreke, die lengte en intensiteit van die trapinsette, of sy harttempo nie. Verder is geen visuele of verbale aanduiding aan die persoon gegee wanneer die werkklas verander sou word nie.

2.1 Modelling van die VO₂ en f_H response

'n Mono-eksponensiële wiskundige model is op die op- en af-response van die VO₂ en f_H data van beide hoë en lae trapinsette gepas. 'n Gerekenariseerde, nie-liniêre geringste kwadrate ("least squares") kurwe is gebruik om die data te modelleer. Die model het soos volg gelyk:

Op-respons: $f(t) = k \cdot (e^{-t/\tau}) \dots \dots \dots (1.5)$

Af-respons: $f(t) = k \cdot (1 - e^{-t/\tau}) \dots \dots \dots (1.6)$

- waar: f(t) = VO₂ of f_H by enige tyd t
- k = konstante
- τ = tydkonstante in sekondes

Die tydkonstante toon aan hoe lank dit neem om 63% van die finale (bestendige) VO_2 - of f_H -waarde te bereik.

2.2. Berekening van ΔVO_2 en Δf_H

Benewens die tydkonstantes, is die absolute verandering in VO_2 ($ml \cdot min^{-1}$) [ΔVO_2] en die absolute verandering in f_H ($s \cdot min^{-1}$) [Δf_H] tydens elke trapinset ook bereken. Vir die op-respons is ΔVO_2 (en Δf_H) bereken as die verskil tussen die VO_2 (en f_H) aan die einde van die trapinset (gemiddelde waarde van die laaste 60 sekondes) en die VO_2 en f_H aan die begin van die trapinset (gemiddelde waarde van die laaste 60 sekondes van 65 W trapinset). Vir die af-respons was ΔVO_2 en Δf_H die verskil tussen die VO_2 en f_H aan die einde van die vorige werkklas (gemiddelde waarde van die laaste 60 sekondes) en die VO_2 en f_H aan die einde van die 65 W trapinset (gemiddelde waarde van die laaste 60 sekondes). Aangesien die ryers aan die einde van elke trapinset hulself moontlik kon voorberei het vir die verlaging in die werkklas, is die laaste 30 sekondes van elke trapinset nie ingesluit in die berekening nie.

H. DIE VELDTOETSE

Die veldtoetse het bestaan uit twee bondelwegaspring-fietswedrenne en twee 20 km padtydtoetse. Die eerste veldtoets was die Burger-Sanlam fietswedren (B/S 103) oor 'n afstand van 103 km, wat aan die begin van die somer fietsryseisoen (15 November 1998) plaasgevind het. Al die proefpersone het aan die wedren deelgeneem, alhoewel hulle nie almal in dieselfde bondel weggespring het nie. Die individuele tye van die deelnemers is vanaf die amptelike resultate, soos gepubliseer in Die Burger van 5 Desember 1998, verkry.

Twee dae na die Burger-Sanlam fietswedren is 'n 20 km padtydtoets (TT1) by die Killarney renbaan gereël. Agtien van die oorspronklike 21 proefpersone het die tydtoets voltooi. Een persoon kon nie die tydtoets voltooi nie, terwyl twee persone weens vervoer- en werksprobleme nie opgedaag het nie. Die Killarney renbaan is 3.232 km

lank en die proefpersone het 6 rondtes om die renbaan voltooi, plus 'n addisionele 600 m, vir 'n totale afstand van 20 km. Die fietsryers het afsonderlik weggespring met 2 minuut tussenposes tussen elke deelnemer. Die persone is nie toegelaat om nader as 2 meter aan 'n ander deelnemer te ry nie. Tydens die tydtoets het 'n sterk suidooste-wind teen ongeveer $45 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ gewaai. Die windspoed is vanaf die weerkantoor van die Kaapstadse Internasionale Lughawe verkry.

Die derde veldtoets was die Cape Argus/Pick 'n Pay-fietstoer (Argus 105), 'n bondelwegspringresies oor 105 km. Die wedren het op 14 Maart 1999, aan die einde van die somerfietsryseisoen, plaasgevind. Vyftien van die proefpersone het aan die fietstoer deelgeneem. Die afsonderlike tye van die proefpersone is vanaf die amptelike resultate van die Cape Argus/Pick 'n Pay-fietstoer, soos gepubliseer op die Internet (<http://www.cycletour.com>), verkry.

Twee dae na die fietstoer het die deelnemers die 20 km padtydtoets (TT2) op die Killarney renbaan herhaal. Veertien van die oorspronklike 21 proefpersone het aan die tweede padtydtoets deelgeneem. Die proefpersone het elke 2 minute afsonderlik weggespring en geen persoon is toegelaat om nader as 2 meter aan 'n ander deelnemer te ry nie. Die windspoed tydens die tydtoets was ongeveer $30 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, soos verkry vanaf die weerkantoor van die Kaapstadse Internasionale Lughawe.

I. DATA ANALISE

Die Spearman rangkorrelasie is gebruik om die volgende verwantskappe te kwantifiseer:

- iii. VO_2 en f_H tydkonstantes, teenoor B/S 103, Argus 105, TT1 en TT2 (m.a.w. fietsryprestasie in die veld).
- ii. ΔVO_2 en Δf_H tydens die verskillende trapinsette, teenoor B/S 103, Argus 105, TT1 en TT2.
- iii. VO_2 en f_H tydkonstantes, teenoor maksimale oefeningskapasiteit ($\text{VO}_{2\text{maks}}$, W_{maks} , T_{vent}).

- iv. ΔVO_2 en Δf_H tydens die verskillende trapinsette, teenoor maksimale oefeningskapasiteit (VO_{2maks} , W_{maks} , T_{vent}).
- v. VO_2 en f_H tydkonstantes, teenoor fietsry inoefening.

Die Pearson korrelasie koëffisiënte is gebruik om die volgende verwantskappe te kwantifiseer:

- i. Maksimale oefeningskapasiteit, teenoor B/S 103, Argus 105, TT1 en TT2.
- ii. Die verskillende parameters van maksimale oefeningskapasiteit.

Gepaarde t-toetse is gebruik om te bepaal of VO_2 en f_H kinetika, die maksimale oefeningskapasiteit (VO_{2maks} , T_{vent} , W_{maks}) en die proefpersone se inoefeningsvolume tydens die seisoen (November '98 vs Maart '99) statisties beduidend verander het.

Waardes is aangetoon as die gemiddelde \pm standaardafwyking (SA) of standaardfout van die gemiddelde waarde (SF) en die resultate is as statisties beduidend beskou op 'n α - vlak van 0.05.

HOOFSTUK VYF

RESULTATE

A. ANTROPOMETRIESE VERANDERLIKES

Tabel 6 toon die antropometriese data van die groep fietsryers tydens die toetsing in November 1998 en in Maart 1999. Die ouderdom en lengte (cm) van die groep het statisties beduidend toegeneem tydens die seisoen ($22.2 \pm \text{SF } 1.7$ jaar vs $22.6 \pm \text{SF } 1.7$ jaar; $p = 0.001$ en $179.1 \pm \text{SF } 2.0$ cm vs $179.4 \pm \text{SF } 2.0$ cm; $p = 0.02$), terwyl daar geen statisties beduidende verskil in die groep se gewig was nie ($68.1 \pm \text{SF } 2.2$ kg vs $67.7 \pm \text{SF } 2.1$ kg; $p = 0.27$). Hierteenoor het die persentasie liggaamsvet van die fietsryers statisties beduidend afgeneem tydens die seisoen ($9.1 \pm \text{SF } 0.8$ % vs $8.3 \pm \text{SF } 0.9$ %; $p = 0.04$).

TABEL 6. ANTROPOMETRIESE DATA: NOVEMBER '98 EN MAART '99.			
(Waardes word aangetoon as gem. \pm SF; n = 15)			
Antropometriese veranderlike	November 1998	Maart 1999	p-waarde
Ouderdom (jare)	22.2 ± 1.7	22.6 ± 1.7	0.01
Lengte (cm)	179.1 ± 2.0	179.4 ± 2.0	0.02
Gewig (kg)	68.1 ± 2.2	67.7 ± 2.1	0.27
Liggaamsvet (%)	9.1 ± 0.8	8.3 ± 0.9	0.04

B. FIETSRY-INOEFENING EN -ONDERVINDING

Fietsry-inoefening is gemeet as die aantal kilometers wat die fietsryers op hul fietse afgelê het in die twee maande wat elke toetsing voorafgegaan het. Die fietsryers se inoefeningsvolume het nie statisties beduidend verskil tussen die eerste en tweede toetsgeleentheid nie ($1562 \pm \text{SF } 228.9 \text{ km}$ vs $1583 \pm \text{SF } 230.1 \text{ km}$; $p > 0.05$).

Die fietsryondervinding van die fietsryers is bepaal vanaf die oefeningsvraelys (Bylaag C) wat aan die ryers gegee is tydens die eerste toetsing in November 1998. Die groep se fietsryondervinding het gewissel van 1 tot 16 jaar (modus = 2 jaar, gem. = $3.5 \pm \text{SA } 3.3$ jaar). Die proefpersone se jare van ondervinding in verskillende tipes uithouvermoë sportsoorte (fietsry ingesluit), was statisties beduidend meer as hul ondervinding in fietsry alleen ($4.6 \pm \text{SF } 0.8$ jaar vs $3.5 \pm \text{SF } 0.7$ jaar; $p = 0.009$).

C. MAKSIMALE OEFENINGSRESPONS

1. Fisiologiese veranderlikes

Tabel 7 toon die resultate van die maksimale inkrementele oefeningstoets tydens die eerste toetsing in November '98 en die tweede toetsing in Maart '99. Daar was geen statisties beduidende verskil in $\text{VO}_{2\text{maks}}$, W_{maks} , f_{Hmaks} , V_{Emaks} , en T_{vent} tussen November '98 en Maart '99 nie. Die enigste fisiologiese veranderlike wat gegrens het aan 'n statisties beduidende toename, was die maksimum werkklas per kilogram liggaamsmassa (W.kg^{-1}) ($5.6 \pm \text{SF } 0.1 \text{ W.kg}^{-1}$ vs $5.7 \pm \text{SF } 0.1 \text{ W.kg}^{-1}$; $p = 0.05$). Hoewel die fietsryers se W_{maks} wel toegeneem het tussen November 1998 en Maart 1999, was die toename nie statisties beduidend nie ($377.4 \pm \text{SF } 8.0 \text{ W}$ vs $383.3 \pm \text{SF } 8.8 \text{ W}$; $p = 0.10$). Die maksimale harttempo (f_{Hmaks}) van die groep was laer tydens die toetsing in Maart '99 as tydens die eerste toetsing in November '98, maar die verskil was nie statisties beduidend nie ($194.9 \pm \text{SF } 2.1 \text{ s.min}^{-1}$ vs $193 \pm \text{SF } 1.7 \text{ s.min}^{-1}$; $p = 0.09$).

TABEL 7. MAKSIMALE OEFENINGSKAPASITEIT: NOVEMBER '98 EN MAART '99.(Waardes word aangetoon as gem. \pm SF; n = 15)

Fisiologiese veranderlike	November 1998	Maart 1999	p-waarde
VO_{2maks} ($\ell \cdot \text{min}^{-1}$)	4.7 ± 0.2	4.8 ± 0.2	0.57
VO_{2maks} ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)	69.4 ± 2.0	70.4 ± 1.6	0.41
W_{maks} (W)	377.4 ± 8.0	383.3 ± 8.8	0.10
$W_{maks} \cdot \text{kg}^{-1}$ ($\text{W} \cdot \text{kg}^{-1}$)	5.6 ± 0.1	5.7 ± 0.1	0.05
f_{Hmaks} ($\text{s} \cdot \text{min}^{-1}$)	194.9 ± 2.1	193.0 ± 1.7	0.09
% $f_{Hvoorspelde}$	99.7 ± 3.4	98.7 ± 0.8	0.11
V_{Emaks} ($\ell \cdot \text{min}^{-1}$)	149.4 ± 3.4	149.9 ± 3.4	0.87
T_{vent} (% VO_{2maks})	78.4 ± 1.3	75.7 ± 0.9	0.14
T_{vent} ($\ell \cdot \text{min}^{-1}$)	3.7 ± 0.1	3.6 ± 0.1	0.15
T_{vent} ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)	54.6 ± 1.8	53.4 ± 1.4	0.29

Tabel 8 en 9 gee 'n uiteensetting van die korrelasies tussen die verskillende fisiologiese veranderlikes van die eerste (November '98) en tweede maksimale oefeningstoets (Maart '99). Slegs dié korrelasies wat statisties betekenisvol is, word gerapporteer.

Die absolute VO_{2maks} ($\ell \cdot \text{min}^{-1}$) het 'n sterk verband getoon met T_{vent} ($\ell \cdot \text{min}^{-1}$) en W_{maks} in beide die eerste ($r = 0.83$ en $r = 0.83$, $p < 0.01$) en tweede toetsing ($r = 0.93$ en $r = 0.89$, $p < 0.01$). Die relatiewe VO_{2maks} ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) het 'n soortgelyke sterk verband getoon met T_{vent} ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) en $W \cdot \text{kg}^{-1}$ van die eerste ($r = 0.85$ en $r = 0.80$, $p < 0.01$) en tweede maksimale oefeningstoets ($r = 0.90$ en $r = 0.73$, $p < 0.01$).

W_{maks} het in beide die eerste en tweede toetsings 'n sterk verband getoon met T_{vent} ($\ell \cdot \text{min}^{-1}$) [$r = 0.73$ en $r = 0.88$ onderskeidelik, $p < 0.01$], terwyl die relatiewe werkklas ($\text{W} \cdot \text{kg}^{-1}$) ook 'n statisties beduidende verband getoon het met T_{vent} ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) tydens die eerste en tweede toetsing [$r = 0.81$ en $r = 0.84$ onderskeidelik, $p < 0.01$].

TABEL 8. DIE VERBAND TUSSEN DIE FISIOLOGIESE VERANDERLIKES VAN DIE EERSTE MAKSIMALE OEFENINGSTOETS (n = 21).		
VO_{2maks} ($\ell \cdot \text{min}^{-1}$)	W_{maks} (W)	$r = 0.83^{\beta}$
	T_{vent} ($\ell \cdot \text{min}^{-1}$)	$r = 0.83^{\beta}$
	T_{vent} (% VO_{2maks})	$r = -0.46^{\alpha}$
VO_{2maks} ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)	T_{vent} ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)	$r = 0.85^{\beta}$
	$W_{maks} \cdot \text{kg}^{-1}$ ($\text{W} \cdot \text{kg}^{-1}$)	$r = 0.80^{\beta}$
	T_{vent} ($\ell \cdot \text{min}^{-1}$)	$r = 0.55^{\alpha}$
W_{maks} (W)	T_{vent} ($\ell \cdot \text{min}^{-1}$)	$r = 0.73^{\beta}$
$W_{maks} \cdot \text{kg}^{-1}$ ($\text{W} \cdot \text{kg}^{-1}$)	T_{vent} ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)	$r = 0.81^{\beta}$

waar: $\alpha = p < 0.05$

$\beta = p < 0.01$

$r =$ Pearson korrelasie koëffisiënt

TABEL 9. DIE VERBAND TUSSEN DIE FISIOLOGIESE VERANDERLIKES VAN DIE TWEDE MAKSIMALE OEFENINGSTOETS (n = 15).		
VO_{2maks} ($\ell \cdot \text{min}^{-1}$)	W_{maks} (W)	$r = 0.93^{\beta}$
	T_{vent} ($\ell \cdot \text{min}^{-1}$)	$r = 0.89^{\beta}$
	T_{vent} (% VO_{2maks})	$r = -0.58^{\alpha}$
VO_{2maks} ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)	T_{vent} ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)	$r = 0.90^{\beta}$
	$W_{maks} \cdot \text{kg}^{-1}$ ($\text{W} \cdot \text{kg}^{-1}$)	$r = 0.73^{\beta}$
	T_{vent} ($\ell \cdot \text{min}^{-1}$)	$r = 0.54^{\alpha}$
W_{maks} (W)	T_{vent} ($\ell \cdot \text{min}^{-1}$)	$r = 0.88^{\beta}$
$W_{maks} \cdot \text{kg}^{-1}$ ($\text{W} \cdot \text{kg}^{-1}$)	T_{vent} ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)	$r = 0.84^{\beta}$

waar: $\alpha = p < 0.05$

$\beta = p < 0.01$

$r =$ Pearson korrelasie koëffisiënt

D. TRAPINSET OEFENINGSRESPONS

1. VO₂ kinetika

1.1. Die relatiewe oefeningsintensiteite tydens die verskillende trapinsette

Tydens die trapinset oefeningstoets in November '98 en Maart '99 is die fietsryers teen dieselfde absolute werkklas getoets. Die gemiddelde werkklas tydens die hoë trapinset was 2 keer hoër as dié van die lae trapinset (303.8 ± 6.4 W vs 151.4 ± 2.6 W onderskeidelik, $p < 0.01$). Tydens die af-respons het al die fietsryers teen 65 W getrap; dit is die laagste werkklas wat die fietsergometer kon lewer.

Tabel 10 toon dat die fietsryers se VO₂ respons tydens die verskillende trapinsette, uitgedruk as % VO_{2maks}, nie statisties beduidend verskil het tussen November '98 en Maart '99 nie ($p > 0.05$). Dit is duidelik dat die op-respons van die lae trapinset daarin geslaag het om die fietsryers te laat trap teen 'n intensiteit ver onder hul T_{vent} (~ 50% VO_{2maks}). Net so het die op-respons van die hoë trapinset die fietsryers belaaï teen 'n intensiteit van ~ 88% (halfpad tussen hul T_{vent} en VO_{2maks}).

Tydens die af-respons van beide die lae en hoë trapinsette het die fietsryers teen 'n werkklas van 65 W getrap. Tydens beide trapinset oefeningstoetse (voor en na die fietsryseisoen) was die fietsryers se relatiewe oefeningsintensiteit statisties beduidend hoër tydens die af-respons van die hoë trapinset as tydens die af-respons van die lae trapinset (November '98: $32.4 \pm$ SF 1.1 % VO_{2maks} vs $29.5 \pm$ SF 0.7 % VO_{2maks} onderskeidelik, $p < 0.01$; Maart '99: $31.0 \pm$ SF 1.0 % VO_{2maks} vs $28.6 \pm$ SF 0.9 onderskeidelik, $p < 0.01$).

TABEL 10. DIE OEFENINGSINTENSITEITE TYDENS DIE LAE EN HOË TRAPINSET OEFENINGSTOETS (UITGEDRUK AS % VO_{2maks} *).				
(Waardes word aangetoon as gem. ± SF; n = 15)				
Trapintensiteit	Werklas (W)	% VO_{2maks} Nov. 1998	% VO_{2maks} Maart 1999	p- waarde
< T _{vent} : Op-respons	151.4 ± 2.6	49.2 ± 1.1	47.9 ± 1.1	0.18
: Af-respons	65.0 ± 0.0	29.5 ± 0.7	28.6 ± 0.9	0.20
> T _{vent} : Op-respons	303.8 ± 6.4	89.4 ± 1.6 ^^	87.0 ± 1.7 ^^	0.14
: Af-respons	65.0 ± 0.0	32.4 ± 1.1 **	31.0 ± 1.0 **	0.18

waar: p = 'n aanduiding of die oefeningsintensiteite in Nov. '98 en Maart '99 statisties beduidende van mekaar verskil het

* = soos gemeet tydens die maksimale oefeningstoetse

^^ = statisties beduidende verskil tussen op-response van <T_{vent} en >T_{vent} (p < 0.01)

** = statisties beduidende verskil tussen af-response van <T_{vent} en >T_{vent} (p < 0.01)

1.2. Die VO₂ tydkonstantes (τ VO₂)

Tabel 11 toon die proefpersone se VO₂ tydkonstantes vir die lae (< T_{vent}) en hoë (> T_{vent}) trapinsette tydens die November '98 en Maart '99 trapinset-oefeningstoetse. Die fietsryers se VO₂ op-respons was statisties beduidend stadiger as hul VO₂ af-respons tydens die lae trapinset in November '98 (26.5 ± SF 0.9 s vs 22.8 ± SF 0.5 s, p < 0.01). Geen soortgelyke tendens het voorgekom tydens die hoë trapinset in November '98 en die lae trapinset in Maart '99 nie. Die VO₂ op-kinetika van die proefpersone was egter statisties beduidend vinniger as hul af-kinetika tydens die hoë trapinset in Maart '99 (33.4 ± SF 1.2 s vs 38.0 ± SF 1.6 s, p < 0.05).

Al die tydkonstantes (November '98 en Maart '99) was statisties beduidend vinniger tydens die lae trapinset as tydens die hoë trapinset (p < 0.01). [Die veranderinge in VO₂ kinetika tussen November '98 en Maart '99 word in l.1. (bl. 116) en tabel 38 (bl. 117) gerapporteer.]

Die VO₂ tydkonstantes is bereken met behulp van 'n mono-eksponensiële model (sien bl. 69). Die betroubaarheidskoeffisiënt (R²) van die verskillende modelle het tussen

0.93 en 0.96 gevarieer, wat daarop dui dat die mono-eksponensiële model 'n betroubare passing van die VO_2 data gelewer het.

TABEL 11. VO_2 KINETIKA VAN DIE EERSTE EN TWEDE TRAPINSET OEFENINGSTOETS.		
(Waardes word aangetoon as gem. \pm SA)		
Trapintensiteit	Tydkonstante (τ); sek	Betroubaarheid (R^2)
November '98 (n = 21)		
< T_{vent} : Op-respons	26.5 \pm 4.2	0.93 \pm 0.02
: Af-respons	22.8 \pm 2.5 ##	0.93 \pm 0.03
> T_{vent} : Op-respons	35.5 \pm 5.7 ^^	0.95 \pm 0.02
: Af-respons	34.3 \pm 3.2 **	0.96 \pm 0.02
Maart '99 (n = 15)		
< T_{vent} : Op-respons	23.7 \pm 4.0	0.93 \pm 0.03
: Af-respons	25.4 \pm 3.1	0.94 \pm 0.02
> T_{vent} : Op-respons	33.4 \pm 4.6 ^^	0.96 \pm 0.02
: Af-respons	38.0 \pm 6.3 #.***	0.94 \pm 0.03

waar # = statisties beduidende verskil tussen op-en af-response van dieselfde trapintensiteit ($p < 0.05$)

= statisties beduidende verskil tussen op-en af-response van dieselfde trapintensiteit ($p < 0.01$)

^^ = statisties beduidende verskil tussen op-response van $<T_{vent}$ en $>T_{vent}$ ($p < 0.01$)

** = statisties beduidende verskil tussen af-response van $<T_{vent}$ en $>T_{vent}$ ($p < 0.01$)

R^2 = die betroubaarheidskoeffisiënt van die mono-eksponensiële model

1.3. Die absolute verandering in VO_2 (ΔVO_2 , $ml \cdot min^{-1}$) tydens elke trapinset

In teenstelling met tabel 9, wat die spoed van die fietsryers se VO_2 respons rapporteer, verskaf tabel 12 'n opsomming van die *grootte* van die fietsryers se VO_2 respons (die absolute verandering) na afloop van 'n skielike verhoging of verlaging in die werkklas. Tabel 12 toon dat ΔVO_2 tydens die op- en af-respons ongeveer ewe groot was tydens die lae trapinset in November '98 ($908.8 \pm SF 37.1 ml \cdot min^{-1}$ vs $901 \pm SF 35.6 ml \cdot min^{-1}$, $p > 0.05$) en Maart '99 ($921.8 \pm 52.1 ml \cdot min^{-1}$ vs $914.3 \pm 54.7 ml \cdot min^{-1}$, $p > 0.05$). In ooreenstemming met die lae trapinset oefeninge, was die ryers se ΔVO_2 tydens die hoë trapinset oefeninge nie statisties beduidend verskillend tydens die op-respons en af-respons nie ($2618.7 \pm SF 71.1 ml \cdot min^{-1}$ vs $2602.5 \pm SF 73.1 ml \cdot min^{-1}$, $p > 0.05$ en $2660.3 \pm SF 89.0 ml \cdot min^{-1}$ vs $2672.8 \pm SF 87.7 ml \cdot min^{-1}$, $p > 0.05$, vir November '98 en Maart '99 onderskeidelik). Tydens trapinsette bo T_{vent} was ΔVO_2 egter statisties beduidend groter as tydens die trapinsette onder T_{vent} , vir beide die op- en af-response, asook vir beide toetsgeleenthede ($p < 0.01$). [Die verandering in ΔVO_2 tussen November '98 en Maart '99 word in l.2. (bl. 116) en tabel 39 (bl. 117) gerapporteer.]

TABEL 12. DIE ABSOLUTE VERANDERING IN VO_2 ($ml \cdot min^{-1}$) TYDENS DIE EERSTE EN TWEDE TRAPINSET OEFENINGSTOETS.		
(Waardes word aangetoon as gem. \pm SF)		
Trapintensiteit	November 1998 (n = 21)	Maart 1999 (n = 15)
< T_{vent} : Op-respons	908.8 \pm 37.1	921.8 \pm 52.1
: Af-respons	901.0 \pm 35.6	914.3 \pm 54.7
> T_{vent} : Op-respons	2618.7 \pm 71.1 ^^	2660.3 \pm 89.0 ^^
: Af-respons	2602.5 \pm 73.1 **	2672.8 \pm 87.7 **

waar: ^^ = statisties beduidende verskil tussen op-response van < T_{vent} en > T_{vent} ($p < 0.01$)

** = statisties beduidende verskil tussen af-response van < T_{vent} en > T_{vent} ($p < 0.01$)

2. Harttempo kinetika

2.1. Die relatiewe oefeningsintensiteite tydens die verskillende trapinsette

In tabel 13 word die fietsryers se relatiewe oefeningsintensiteit tydens die verskillende trapinsette uitgedruk in terme van % f_{Hmaks} (soos gemeet tydens die maksimale oefeningstoets). Die op-response van die lae trapinset in November '98 en Maart '99 het die fietsryers belaa teen 'n oefeningsintensiteit van ~66% f_{Hmaks} , terwyl die hoë trapinset die fietsryers belaa het teen 'n statisties beduidende hoër oefeningsintensiteit van ~91% f_{Hmaks} . Die proefpersone se relatiewe oefeningsintensiteit, uitgedruk as % f_{Hmaks} , was nie statisties beduidend verskillend tydens die op-response van dieselfde trapinsette in November '98 en Maart '99 nie.

Tydens beide trapinset oefeningstoetse was die fietsryers se relatiewe oefeningsintensiteit, uitgedruk as % f_{Hmaks} , statisties beduidend hoër tydens die af-respons van die hoë trapinset, as tydens die af-respons van die lae trapinset (November '98: $60.9 \pm SF 1.0$ % f_{Hmaks} vs $54.2 \pm SF 0.9$ % f_{Hmaks} , $p < 0.01$; Maart '99: $58.4 \pm SF 1.0$ % f_{Hmaks} vs 52.2 ± 1.1 % f_{Hmaks} , $p < 0.01$). Die proefpersone se oefeningsintensiteit was statisties beduidend laer tydens die af-respons van die hoë trapinset in Maart '99 as in November 98. Dieselfde tendens het voorgekom tydens die af-respons van die lae trapinset, maar die verskil was nie statistiese beduidend nie ($p = 0.07$).

TABEL 13. DIE OEFENINGSINTENSITEITE TYDENS DIE LAE EN HOË TRAPINSET OEFENINGSTOETS (UITGEDRUK AS % f_{Hmaks} *).				
(Waardes word aangetoon as gem. \pm SF; n = 15)				
Trapintensiteit	Werklas (W)	% f_{Hmaks} Nov. 1998	% f_{Hmaks} Maart 1999	p-waarde (Nov '98 vs Mrt '99)
< T_{vent} : Op-respons	151.4 \pm 2.6	66.5 \pm 0.9	65.4 \pm 0.9	0.30
: Af-respons	65.0 \pm 0.0	54.2 \pm 0.9	52.2 \pm 1.1	0.07
> T_{vent} : Op-respons	303.8 \pm 6.4	92.3 \pm 0.7 ^^	90.9 \pm 0.7 ^^	0.19
: Af-respons	65.0 \pm 0.0	60.9 \pm 1.0 **	58.4 \pm 1.0 **	0.04

waar * = soos gemeet tydens die maksimale oefeningstoetse

^^ = statisties beduidende verskil tussen op-response van < T_{vent} en > T_{vent} ($p < 0.01$)

** = statisties beduidende verskil tussen af-response van < T_{vent} en > T_{vent} ($p < 0.01$)

2.2. Die f_H tydkonstantes (τf_H)

Tabel 14 toon die f_H tydkonstantes van die proefpersone tydens die lae en hoë trapinsette in November '98 en Maart '99. In November '98 was die proefpersone se op-respons statisties beduidend stadiger as hul af-respons tydens beide die lae en hoë trapinset ($27.5 \pm SF 1.1$ s vs $25.4 \pm SF 0.7$ s, $p < 0.05$ en $48.0 \pm SF 0.9$ s vs $38.6 \pm SF 1.0$ s, $p < 0.01$). In Maart '99 was daar egter geen statisties beduidende verskille tussen die op- en af-response nie ($p > 0.05$).

Tydens albei toetsgeleenthede was die tydkonstantes vir die lae trapinset oefening (beide die op- en af-respons) statisties beduidend vinniger as vir die hoë trapinset oefening ($p < 0.01$). [Die verandering in f_H kinetika tussen November '98 en Maart '99 word in l.3. (bl. 116) en tabel 40 (bl. 118) gerapporteer.]

Die betroubaarheidskoeffisiënt (R^2) dui daarop dat die mono-eksponensiële model goeie passings gelewer het vir beide die f_H op-en af-response. Die R^2 -waardes het tussen 0.93 - 0.99 gevarieer.

TABEL 14. f_H KINETIKA VAN DIE EERSTE EN TWEDE TRAPINSET OEFENINGSTOETS.(Waardes word aangetoon as gem. \pm SA)

Trapintensiteit	Tydkonstante (τ); sek	Betroubaarheid (R^2)
November '98 (n = 21)		
< T_{vent} : Op-respons	27.5 \pm 4.9	0.94 \pm 0.03
: Af-respons	25.4 \pm 3.1 #	0.93 \pm 0.03
> T_{vent} : Op-respons	48.0 \pm 4.2 ^^	0.97 \pm 0.02
: Af-respons	38.6 \pm 4.6 ##.**	0.99 \pm 0.01
Maart '99 (n =15)		
< T_{vent} : Op-respons	24.9 \pm 4.1	0.94 \pm 0.03
: Af-respons	25.0 \pm 2.3	0.95 \pm 0.02
> T_{vent} : Op-respons	45.5 \pm 3.6 ^^	0.98 \pm 0.02
: Af-respons	43.5 \pm 6.7 **	0.97 \pm 0.02

waar: # = statisties beduidende verskil tussen op-en af-response van dieselfde trapintensiteit ($p < 0.05$)

= statisties beduidende verskil tussen op-en af-response van dieselfde trapintensiteit ($p < 0.01$)

^^ = statisties beduidende verskil tussen op-response van $<T_{vent}$ en $>T_{vent}$ ($p < 0.01$)

** = statisties beduidende verskil tussen af-response van $<T_{vent}$ en $>T_{vent}$ ($p < 0.01$)

R^2 = die betroubaarheidskoeffisiënt van die mono-eksponensiële model

2.3. Die absolute verandering in f_H tydens elke trapinset (Δf_H , $s.min^{-1}$)

Tabel 15 is 'n opsomming van die grootte van die fietsryers se verandering in f_H tydens die trapinset oefeningstoetse in November '98 en Maart '99. Hoewel Δf_H in al die gevalle groter was vir die op-respons in vergelyking met die af-respons, was die verskille tussen die op- en af-response slegs vir die hoë trapinset oefening statisties betekenisvol ($p < 0.05$). Vir die hoë trapinset (bo T_{vent}) was Δf_H ongeveer 2.6 keer groter as vir die lae trapinset (onder T_{vent}) vir beide die op- en af-response. In al die gevalle was daar 'n statisties beduidende verskil tussen die hoë en lae trapinset oefening ($p < 0.01$). [Die verandering in Δf_H tussen November '98 en Maart '99 word in l.4. (bl. 116) en tabel 41 (bl. 118) gerapporteer.]

TABEL 15. DIE ABSOLUTE VERANDERING IN f_H ($s.min^{-1}$) TYDENS DIE EERSTE EN TWEDE TRAPINSET OEFENINGSTOETS.		
(Waardes word aangetoon as gem. \pm SF)		
Trapintensiteit	November 1998 (n = 21)	Maart 1999 (n = 15)
< T_{vent} : Op-respons	22.4 \pm 1.1	25.6 \pm 1.4
: Af-respons	22.3 \pm 1.3	24.7 \pm 1.3
> T_{vent} : Op-respons	61.5 \pm 1.5 ^^	65.0 \pm 1.4 ^^
: Af-respons	60.0 \pm 1.5 ##.**	63.5 \pm 1.6 #.**

waar: # = statisties beduidende verskil tussen op-en af-response van dieselfde trapintensiteit ($p < 0.05$)

= statisties beduidende verskil tussen op- en af-response van dieselfde trapintensiteit ($p < 0.01$)

^^ = statisties beduidende verskil tussen op-response van < T_{vent} en > T_{vent} ($p < 0.01$)

** = statisties beduidende verskil tussen af-response van < T_{vent} en > T_{vent} ($p < 0.01$)

E. DIE VELDTOETSE

Tabel 16 toon die prestasie van die proefpersone in die 4 verskillende veldtoetse. Daar was nie 'n statisties beduidende verskil tussen die fietsryers se prestasie in die twee padwedrenne ($p > 0.05$), óf die twee tydtoetse nie ($p > 0.05$). Die grootste interpersoonlike variasie (bereken as die koëffisiënt van variasie) is gevind in die B/S 103, nl. 7.5%, terwyl die minste variasie tussen proefpersone in die Argus 105 gevind is (4.1%). Die koëffisiënt van variasie vir die eerste en tweede tydtoets was 6.3% en 6.4% onderskeidelik.

Slegs 11 proefpersone uit 'n totaal van 21 het al 4 veldtoetse voltooi. Hulle resultate word in tabel 17 aangetoon en die statistiese analise word dus tot hierdie 11 fietsryers beperk.

Die fietsryers het die tweede tydtoets statisties beduidend vinniger afgelê as die eerste tydtoets ($31.57 \pm \text{SF } 0.20$ min vs $33.10 \pm \text{SF } 0.24$ min, $p < 0.01$). Ongeag die feit dat die Argus 105 oor 'n moeiliker roete beslis is, was die gemiddelde spoed vir die twee fietswedrenne nie statisties beduidend verskillend nie ($36.0 \pm \text{SF } 0.5$ km.h⁻¹ vs $36.0 \pm \text{SF } 0.5$ km.h⁻¹, $p > 0.05$). Die fietsryers het die B/S 103 in 'n vinniger tyd as die Argus 105 voltooi, alhoewel die verskil nie statisties betekenisvol was nie ($172.13 \pm \text{SF } 2.20$ min vs $175.26 \pm \text{SF } 2.17$ min, $p = 0.06$).

TABEL 16. UITSLAE VAN DIE 4 VELDTOETSE.			
(Waardes word aangetoon as gem. \pm SF)			
Veldtoets	Aantal proefpersone	Tyd (min)	Reikwydte (min)
B/S 103	21	177.11 \pm 2.56	160.46 - 218.59
TT1	18	33.42 \pm 0.31	29.10 - 37.18
Argus 105	12	174.53 \pm 2.07	164.41 - 186.40
TT2	12	32.14 \pm 0.36	28.48 - 37.00

waar: B/S 103 = Burger/Sanlam 103 km bondelwegringswedren

TT1 = eerste 20 km padtydtoets

Argus 105 = Argus 105 km bondelwegringswedren

TT2 = tweede 20 km padtydtoets

TABEL 17. DIE PRESTASIE VAN 11 FIETSRYERS WAT AL DIE VELDTOETSE VOLTOOI HET.			
(Waardes word aangetoon as gem. \pm SF)			
Veldtoets	Tyd	Gem. spoed (km.h⁻¹)	Reikwydte (min)
B/S 103	172.13 \pm 2.20	36.0 \pm 0.5	160.53 - 189.06
Argus 105	175.26 \pm 2.17	36.0 \pm 0.5	164.41 - 186.40
TT1	33.10 \pm 0.24	36.3 \pm 0.5	31.02 - 35.00
TT2	31.57 \pm 0.20 ^{β}	37.6 \pm 0.4	30.13 - 33.37

waar: ^{β} = die verskil tussen TT1 en TT2 ($p < 0.01$)

Daar was 'n statisties beduidende korrelasie in die prestasie van die fietsryers tydens die 4 veldtoetse ($r = 0.72 - 0.78$). Die twee bondelwegringswedrenne (B/S 103 en Argus 105) het beter met mekaar gekorreleer as die twee 20 km tydtoetse ($r = 0.78$ vs $r = 0.72$).

TABEL 18. DIE VERBAND TUSSEN DIE VIER VELDTOETSE.			
	B/S 103	TT1	ARGUS 105
TT1	0.74 ^β		
ARGUS 105	0.78 ^β	0.78 ^β	
TT2	0.73 ^α	0.73 ^α	0.72 ^α

waar: ^α : p < 0.05

^β : p < 0.01

F. DIE VERBAND TUSSEN DIE TRADISIONELE VOORSPELLERS VAN FIETSRYPRESTASIE, EN PRESTASIE IN DIE VIER VELDTOETSE

1. Fietsryprestasie in die 2 bondelwegspringwedrenne

Tabel 19 toon dat die tradisionele voorspellers van fietsryprestasie oor die algemeen 'n sterker verband getoon het met die fietsryers se prestasie in die B/S 103, as met hul prestasie in die Argus 105.

In beide bondelwegspringwedrenne het die fietsryers se relatiewe VO_{2maks} ($\text{m}\ell\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) statisties beduidend gekorreleer met fietsryprestasie ($r = -0.70$ en -0.58), terwyl die proefpersone se absolute VO_{2maks} slegs statisties beduidend gekorreleer het met fietsryprestasie in die B/S 103 ($r = -0.67$).

T_{vent} ($\ell\cdot\text{min}^{-1}$) het 'n sterk verband getoon met fietsryprestasie in die B/S 103 ($r = -0.78$; $p < 0.01$), terwyl T_{vent} ($\text{m}\ell\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) en T_{vent} (W) matig gekorreleer het met die B/S 103 tyd ($r = -0.66$ en $r = -0.59$, $p < 0.01$). T_{vent} , uitgedruk as $\% VO_{2maks}$, het nie 'n statisties betekenisvolle verband getoon met fietsryprestasie in die B/S 103, óf die Argus 105 nie ($r = -0.06$ en -0.30 onderskeidelik, $p > 0.05$).

W_{maks} het 'n matige verband getoon met fietsryprestasie in die B/S 103 ($r = -0.61$, $p < 0.01$), terwyl daar nie 'n statisties betekenisvolle verband was tussen W_{maks} en fietsryprestasie in die Argus 105 nie ($r = 0.10$, $p > 0.05$). Hierteenoor het die fietsryers se relatiewe W_{maks} ($W_{maks}\cdot\text{kg}^{-1}$) beter met fietsryprestasie in die Argus 105 gekorreleer as met fietsryprestasie in die B/S 103 ($r = -0.62$, $p < 0.05$ en $r = -0.48$, $p < 0.05$). Die fietsryers se maksimale werkklas tydens die inkrementele toets, uitgedruk per kilogram liggaamsgewig, was die fisiologiese veranderlike wat die sterkste gekorreleer het met die fietsryers se prestasie in die Argus 105 ($r = -0.62$, $p < 0.05$).

Die fietsryers se inoefeningsvolume voor die B/S 103 het statisties beduidend gekorreleer met hul prestasie in die B/S 103, alhoewel die verband nie sterk was nie

($r = -0.46$, $p < 0.05$). Die proefpersone se inoefeningsvolume voor die Argus 105 het geen statisties betekenisvolle verband getoon met hul prestasie in die Argus 105 nie ($r = -0.15$, $p > 0.05$). Die fietsryers se fietsryondervinding en uithouvermoë-sport ondervinding het geen statisties betekenisvolle verband getoon met hul prestasie in die B/S 103 ($r = 0.15$, $p > 0.05$ en $r = 0.08$, $p > 0.05$) of die Argus 105 nie ($r = -0.05$, $p > 0.05$ en $r = -0.11$, $p > 0.05$).

TABEL 19. DIE VERBAND TUSSEN MAKSIMALE OEFENINGSKAPASITEIT EN PRESTASIE IN DIE BONDELWEGSPRINGWEDRENNE.

	Pearson korrelasie koëffisiënt en p-waarde	
Fisiologiese veranderlikes		
	B/S 103 (n = 21)	Argus 105 (n = 12)
VO_{2maks} ($\ell \cdot \text{min}^{-1}$)	-0.67 (p < 0.01)	0.24 (p > 0.05)
VO_{2maks} ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)	-0.70 (p < 0.01)	-0.58 (p < 0.05)
W_{maks} (W)	-0.61 (p < 0.01)	0.10 (p > 0.05)
$W_{maks} \cdot \text{kg}^{-1}$ ($\text{W} \cdot \text{kg}^{-1}$)	-0.48 (p < 0.05)	-0.62 (p < 0.05)
T_{vent} (% VO_{2maks})	-0.06 (p > 0.05)	-0.30 (p > 0.05)
T_{vent} ($\ell \cdot \text{min}^{-1}$)	-0.78 (p < 0.01)	0.16 (p > 0.05)
T_{vent} ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)	-0.66 (p < 0.01)	-0.54 (p > 0.05)
Fietsry-inoefening en -geskiedenis		
Oefenafstand (km) in 2 maande	-0.46 (p < 0.05)	-0.15 (p > 0.05)
Fietsry ondervinding	0.15 (p > 0.05)	-0.05 (p > 0.05)
Uithouvermoë-sport ondervinding (jare)	0.08 (p > 0.05)	-0.11 (p > 0.05)

2. Fietsryprestasie in die 2 padtydoetse

Van al die fisiologiese veranderlikes het VO_{2maks} die sterkste verband getoon met die fietsryers se prestasie in die 2 tydoetse (tabel 20). In beide padtydoetse het die relatiewe VO_{2maks} die sterkste gekorreleer met fietsryprestasie ($r = -0.78$, $p < 0.01$ en $r = -0.74$, $p < 0.01$, vir die eerste en tweede tydoets onderskeidelik). Alhoewel die fietsryers se absolute VO_{2maks} ($\ell \cdot \text{min}^{-1}$) goed gekorreleer het met hul fietsryprestasie in die eerste tydoets ($r = -0.77$, $p < 0.01$), was die verband nie statisties betekenisvol in die tweede tydoets nie ($r = -0.49$, $p > 0.05$).

Die fietsryers se relatiewe W_{maks} ($W_{maks} \cdot \text{kg}^{-1}$) het tydens beide padtydoetse statisties beduidend gekorreleer met hul fietsryprestasie ($r = -0.55$, $p < 0.05$ en $r = -0.58$, $p < 0.05$, vir die eerste en tweede padtydoets onderskeidelik). Die proefpersone se W_{maks} het 'n matige verband getoon met prestasie in die eerste padtydoets ($r = -0.68$, $p < 0.01$), maar het nie statisties betekenisvol gekorreleer met prestasie in die tweede tydoets nie ($r = -0.54$, $p > 0.05$).

T_{vent} , uitgedruk as % VO_{2maks} , het nie 'n statisties betekenisvolle verband getoon met die fietsryers se prestasie in die twee padtydoetse nie ($r = 0.45$, $p > 0.05$ en $r = 0.01$, $p > 0.05$, vir die eerste en tweede tydoets onderskeidelik). T_{vent} , uitgedruk as $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ en $\ell \cdot \text{min}^{-1}$, het egter statisties beduidend gekorreleer met die fietsryers se prestasie in die eerste tydoets [$r = -0.57$, $p < 0.05$ en $r = -0.49$, $p < 0.05$ vir T_{vent} ($\ell \cdot \text{min}^{-1}$) en T_{vent} ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) onderskeidelik] en die tweede tydoets [$r = -0.61$, $p < 0.05$ en $r = -0.65$, $p < 0.05$ vir T_{vent} ($\ell \cdot \text{min}^{-1}$) en T_{vent} ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) onderskeidelik].

Daar was geen statisties betekenisvolle verband tussen die fietsryers se inoefeningsvolume, fietsryondervinding en uithouvermoë-sport ondervinding, en die proefpersone se prestasie in die twee tydoetse nie ($p > 0.05$).

TABEL 20. DIE VERBAND TUSSEN MAKSIMALE OEFENINGSKAPASITEIT EN PRESTASIE IN DIE PADTYDTOETSE.		
	Pearson korrelasie koëffisiënt en p-waarde	
Fisiologiese veranderlike		
	TT1 (n = 18)	TT2 (n = 12)
VO_{2maks} ($l \cdot min^{-1}$)	-0.77 (p < 0.01)	-0.49 (p > 0.05)
VO_{2maks} ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)	-0.78 (p < 0.01)	-0.74 (p < 0.01)
W_{maks} (W)	-0.68 (p < 0.01)	-0.54 (p > 0.05)
$W_{maks} \cdot kg^{-1}$ ($W \cdot kg^{-1}$)	-0.55 (p < 0.05)	-0.58 (p < 0.05)
T_{vent} (% VO_{2maks})	0.45 (p > 0.05)	0.01 (p > 0.05)
T_{vent} ($l \cdot min^{-1}$)	-0.57 (p < 0.05)	-0.61 (p > 0.05)
T_{vent} ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)	-0.49 (p < 0.05)	-0.65 (p < 0.05)
Fietsry-inoefening en -geskiedenis		
Oefenafstand (km) in 2 maande	-0.01 (p > 0.05)	-0.32 (p > 0.05)
Fietsryondervinding (jare)	-0.26 (p > 0.05)	0.41 (p > 0.05)
Uithouvermoë-sport ondervinding (jare)	-0.18 (p > 0.05)	0.22 (p > 0.05)

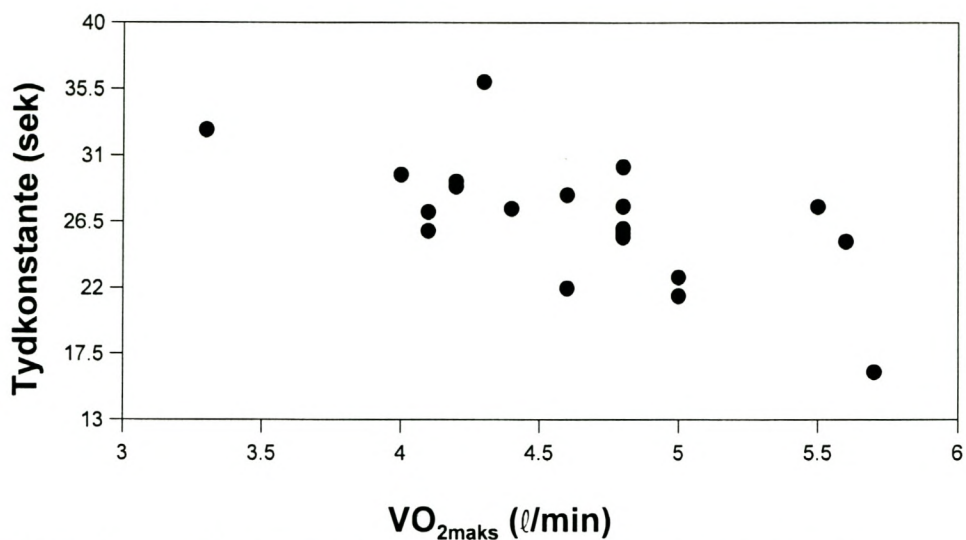
G. DIE VERBAND TUSSEN VO_2 EN f_H KINETIKA, EN UITHOUVERMOË OEFENINGSKAPASITEIT

1. Eerste toetsing

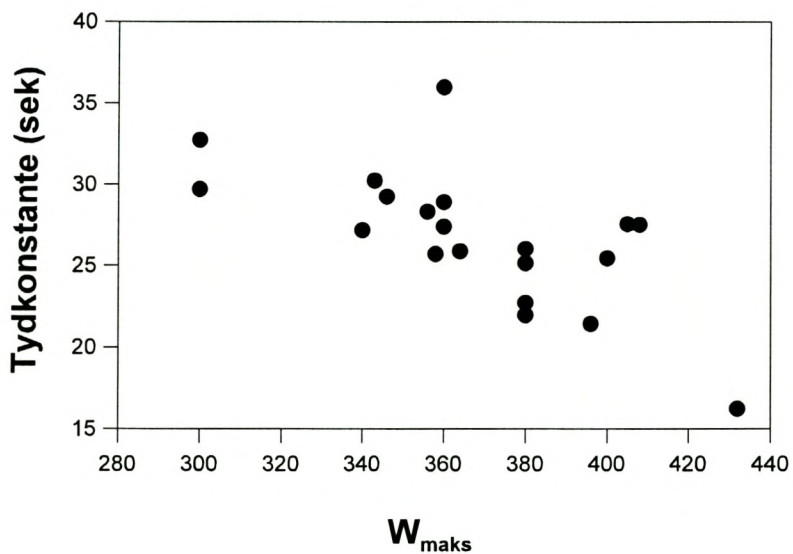
1.1. Die VO_2 en f_H tydkonstantes

Tabel 21 en 22 toon die verband tussen die VO_2 - en f_H tydkonstantes, en die fisiologiese veranderlikes van die maksimale oefeningstoetse in November '98. Slegs die proefpersone se VO_2 op-respons tydens die lae trapinset het statisties beduidend gekorreleer met VO_{2maks} ($l \cdot min^{-1}$) [$r = -0.63$, $p < 0.01$] [figuur 15], W_{maks} ($r = -0.66$, $p < 0.01$) [figuur 16] en T_{vent} ($l \cdot min^{-1}$) [$r = -0.55$, $p < 0.01$]. Dit wil dus voorkom asof 'n hoër fisiologiese inoefeningstoestand gepaardgaan met 'n vinniger VO_2 op-kinetika tydens lae trapinset oefening (oefening $< T_{vent}$).

Geeneen van die f_H tydkonstantes (op- en af-respons) het 'n statisties beduidende verband getoon met enige van die fisiologiese veranderlikes nie (tabel 22). Die korrelasies vir beide die op- en af-respons was minder as 0.37 ($p > 0.05$).



Figuur 15. Die verband tussen die VO₂ op-respons tydens die lae trapinset en VO₂maks tydens die eerste toetsing ($r = -0.63$, $p < 0.01$).



Figuur 16. Die verband tussen die VO₂ op-respons tydens die lae trapinset en Wmaks tydens die eerste toetsing ($r = -0.66$, $p < 0.01$).

TABEL 21. DIE VERBAND TUSSEN VO₂ KINETIKA (sek) EN DIE FISOLOGIESE VERANDERLIKES, SOOS GEMEET TYDENS DIE EERSTE TOETSING.

(Die verband word aangetoon as die Spearman rangkorrelasie koëffisiënt; n= 21)

Fisiologiese veranderlike	< T _{vent}		> T _{vent}	
	τ VO ₂ Op-respons	τ VO ₂ Af-respons	τ VO ₂ Op-respons	τ VO ₂ Af-respons
VO _{2maks} (ℓ.min ⁻¹)	-0.63 ^β	0.01	-0.29	-0.32
VO _{2maks} (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	0.02	-0.29	-0.15	-0.38
W _{maks} (W)	-0.66 ^β	0.19	-0.15	-0.38
W _{maks} .kg ⁻¹ (W.kg ⁻¹)	-0.15	-0.27	-0.06	-0.37
T _{vent} (% VO _{2maks})	0.30	-0.02	0.19	0.09
T _{vent} (ℓ.min ⁻¹)	-0.55 ^β	-0.01	-0.27	0.29
T _{vent} (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	-0.08	-0.32	-0.06	-0.33

waar: ^β = p < 0.01

τ = tydkonstante in sekondes

TABEL 22. DIE VERBAND TUSSEN f_H KINETIKA (sek) EN DIE FISILOGIESE VERANDERLIKES, SOOS GEMEET TYDENS DIE EERSTE TOETSING.

(Die verband word aangetoon as die Spearman rangkorrelasie koëffisiënt; $n=21$)

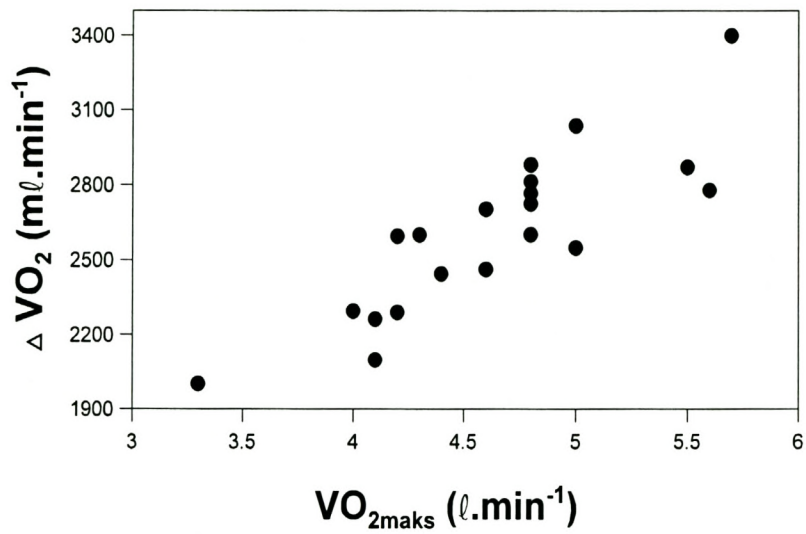
Fisiologiese veranderlike	< T_{vent}		> T_{vent}	
	τf_H Op-respons	τf_H Af-respons	τf_H Op-respons	τf_H Af-respons
VO_{2maks} ($\ell \cdot \text{min}^{-1}$)	-0.17	0.28	0.21	0.07
VO_{2maks} ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)	0.13	0.40	0.23	-0.05
W_{maks} (W)	-0.32	0.27	0.00	0.12
$W_{maks} \cdot \text{kg}^{-1}$ ($\text{W} \cdot \text{kg}^{-1}$)	0.03	0.37	0.02	-0.01
T_{vent} (% VO_{2maks})	-0.09	-0.09	-0.09	-0.09
T_{vent} ($\ell \cdot \text{min}^{-1}$)	-0.31	0.22	0.09	0.01
T_{vent} ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)	0.05	0.37	0.12	-0.03

waar: τ = tydkonstante in sekondes

1.2. Die absolute verandering in VO_2 (ΔVO_2)

Tabel 23 toon dat daar 'n goeie verband bestaan tussen die grootte van die fietsryers se op en af VO_2 respons, en hul VO_{2maks} , W_{maks} en T_{vent} . Dit is veral ΔVO_2 tydens die hoë trapinsette wat 'n goeie korrelasie getoon het met die fietsryers se VO_{2maks} ($\ell \cdot \text{min}^{-1}$)[figuur 17], W_{maks} (W) en T_{vent} ($\ell \cdot \text{min}^{-1}$)[$r = 0.76 - 0.85$, $p < 0.01$]. 'n Hoë uithouvermoë oefeningspotensiaal hou dus verband met 'n groter absolute verandering in VO_2 (veral by werklaste bo T_{vent}).

Vir beide hoë en lae trapinsette, het ΔVO_2 tydens die op-respons beter gekorreleer met die fisiologiese veranderlikes as ΔVO_2 tydens die af-respons. W_{maks} en T_{vent} (per kilogram liggaamsgewig) en T_{vent} (uitgedruk as % VO_{2maks}) het geen statisties betekenisvolle korrelasie getoon met die absolute verandering in VO_2 tydens enige van die trapinsette nie.



Figuur 17. Die verband tussen ΔVO_2 tydens die hoë trapinset en VO_{2maks} ($l \cdot min^{-1}$) tydens die eerste toetsing ($r = 0.85$, $p < 0.01$).

TABEL 23. DIE VERBAND TUSSEN ΔVO_2 ($\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}$) TYDENS DIE TRAPINSET OEFENINGSTOETS, EN DIE FISILOGIESE VERANDERLIKES, SOOS GEMEET TYDENS DIE EERSTE TOETSING.

(Die verband word aangetoon as die Spearman rangkorrelasie koëffisiënt; $n = 21$)

Fisiologiese veranderlike	< T_{vent}		> T_{vent}	
	ΔVO_2 Op-respons	ΔVO_2 Af-respons	ΔVO_2 Op-respons	ΔVO_2 Af-respons
$VO_{2\text{maks}}$ ($\ell\cdot\text{min}^{-1}$)	0.64 $^{\beta}$	0.57 $^{\beta}$	0.85 $^{\beta}$	0.82 $^{\beta}$
$VO_{2\text{maks}}$ ($\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$)	0.26	0.27	0.54 $^{\beta}$	0.55 $^{\beta}$
W_{maks} (W)	0.50 $^{\alpha}$	0.45 $^{\alpha}$	0.77 $^{\beta}$	0.79 $^{\beta}$
$W_{\text{maks}}\cdot\text{kg}^{-1}$ ($\text{W}\cdot\text{kg}^{-1}$)	-0.05	0.02	0.29	0.36
T_{vent} (% $VO_{2\text{maks}}$)	-0.23	-0.15	-0.26	-0.20
T_{vent} ($\ell\cdot\text{min}^{-1}$)	0.49 $^{\alpha}$	0.46 $^{\alpha}$	0.76 $^{\beta}$	0.76 $^{\beta}$
T_{vent} ($\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$)	0.13	0.20	0.36	0.42

waar: $^{\alpha} = p < 0.05$

$^{\beta} = p < 0.01$

ΔVO_2 = absolute verandering in VO_2 ($\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}$)

1.3. Die absolute verandering in f_H (Δf_H)

In teenstelling met ΔVO_2 , het die fietsryers se verandering in f_H tydens die trapinset oefeningstoets nie statisties betekenisvol met hul VO_{2maks} , W_{maks} en T_{vent} gekorreleer nie (tabel 24). Daar was wel 'n statisties beduidende korrelasie tussen Δf_H en $W_{maks} \cdot kg^{-1}$, T_{vent} (% VO_{2maks}) en T_{vent} ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$). Dit wil dus voorkom asof 'n hoë inoefeningstoestand, aangepas vir liggaamsgewig, verband hou met 'n groter Δf_H tydens trapinsette onder en bo T_{vent} .

TABEL 24. DIE VERBAND TUSSEN Δf_H ($s \cdot min^{-1}$) TYDENS DIE TRAPINSET OEFENINGSTOETS, EN DIE FISIOLOGIESE VERANDERLIKES, SOOS GEMEET TYDENS DIE EERSTE TOETSING.

(Die verband word aangetoon as die Spearman rangkorrelasie koëffisiënt; $n = 21$)

Fisiologiese veranderlike	< T_{vent}		> T_{vent}	
	Δf_H Op-respons	Δf_H Af-respons	Δf_H Op-respons	Δf_H Af-respons
VO_{2maks} ($l \cdot min^{-1}$)	0.19	-0.10	0.11	0.16
VO_{2maks} ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)	0.40	0.38	0.35	0.41
W_{maks} (W)	0.31	0.03	0.22	0.22
$W_{maks} \cdot kg^{-1}$ ($W \cdot kg^{-1}$)	0.38	0.57^β	0.57^β	0.59^β
T_{vent} (% VO_{2maks})	0.21	0.45^α	0.18	0.23
T_{vent} ($l \cdot min^{-1}$)	0.14	0.02	0.23	0.29
T_{vent} ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)	0.36	0.54^β	0.46^α	0.51^α

waar: ^α = $p < 0.05$

^β = $p < 0.01$

Δf_H = absolute verandering in f_H ($s \cdot min^{-1}$)

2. Tweede toetsing

2.1. Die VO_2 en f_H tydkonstantes

Die proefpersone se VO_2 tydkonstantes het oor die algemeen swak gekorreleer met die fisiologiese veranderlikes tydens die tweede toetsing. Tydens die lae trapinset het die fietsryers se VO_2 af-respons statisties beduidend gekorreleer met W_{maks} ($r = 0.57$, $p < 0.05$), terwyl die VO_2 af-respons tydens die hoë trapinset statisties beduidend gekorreleer het met $W \cdot kg^{-1}$ ($r = -0.63$, $p < 0.01$) en T_{vent} ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) [$r = -0.54$, $p < 0.05$].

Van al die fisiologiese veranderlikes, was daar slegs tussen T_{vent} en die f_H tydkonstantes 'n statisties betekenisvolle korrelasie. Die f_H op-kinetika tydens die lae trapinset het 'n statisties beduidende verband getoon met T_{vent} ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) [$r = -0.64$, $p < 0.01$], terwyl die f_H op-kinetika tydens die hoë trapinset statisties beduidend gekorreleer het met die absolute T_{vent} ($l \cdot min^{-1}$) [$r = -0.54$, $p < 0.05$].

TABEL 25. DIE VERBAND TUSSEN VO₂ KINETIKA (sek) EN DIE FISILOGIESE VERANDERLIKES, SOOS GEMEET TYDENS DIE TWEEDE TOETSING.

(Die verband word aangetoon as die Spearman rangkorrelasie koëffisiënt; n = 15)

Fisiologiese veranderlike	< T _{vent}		> T _{vent}	
	τ VO ₂ Op-respons	τ VO ₂ Af-respons	τ VO ₂ Op-respons	τ VO ₂ Af-respons
VO _{2maks} (ℓ.min ⁻¹)	-0.29	0.46	-0.21	0.11
VO _{2maks} (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	0.03	-0.04	-0.19	-0.40
W _{maks} (W)	-0.15	0.57 ^α	-0.06	-0.13
W _{maks} .kg ⁻¹ (W.kg ⁻¹)	0.15	-0.19	-0.12	-0.63 ^β
T _{vent} (% VO _{2maks})	0.35	-0.15	0.26	-0.46
T _{vent} (ℓ.min ⁻¹)	-0.18	0.49	-0.16	-0.09
T _{vent} (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	0.23	-0.10	-0.05	-0.54 ^α

waar: ^α = p < 0.05

^β = p < 0.01

τ = tydkonstante in sekondes

TABEL 26. DIE VERBAND TUSSEN f_H KINETIKA (sek) EN DIE FISILOGIESE VERANDERLIKES, SOOS GEMEET TYDENS DIE TWEDE TOETSING.

(Die verband word aangetoon as die Spearman rangkorrelasie koëffisiënt; $n = 15$)

Fisiologiese veranderlike	< T_{vent}		> T_{vent}	
	τf_H Op-respons	τf_H Af-respons	τf_H Op-respons	τf_H Af-respons
VO_{2maks} ($\ell \cdot \text{min}^{-1}$)	0.04	0.11	-0.23	-0.06
VO_{2maks} ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)	-0.47	-0.28	-0.19	-0.22
W_{maks} (W)	0.01	-0.06	-0.45	-0.02
$W_{maks} \cdot \text{kg}^{-1}$ ($\text{W} \cdot \text{kg}^{-1}$)	-0.29	-0.36	-0.09	-0.03
T_{vent} (% VO_{2maks})	-0.44	0.04	-0.41	-0.03
T_{vent} ($\ell \cdot \text{min}^{-1}$)	-0.22	0.12	-0.54 $^{\alpha}$	-0.10
T_{vent} ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)	-0.64 $^{\beta}$	-0.25	-0.36	-0.20

waar: $^{\alpha} = p < 0.05$

$^{\beta} = p < 0.01$

τ = tydkonstante in sekondes

2.2. Die absolute verandering in VO_2 (ΔVO_2)

Die verband tussen die fietsryers se VO_{2maks} , W_{maks} en T_{vent} , en ΔVO_2 tydens die trapinset oefeningstoets, het dieselfde tendens gevolg in November '98 en Maart '99. Goeie korrelasies is veral waargeneem tussen VO_{2maks} , W_{maks} en T_{vent} ($r = 0.73 - 0.79$, $p < 0.01$), en ΔVO_2 tydens die op- en af-respons van die trapinsette bo T_{vent} . In ooreenstemming met die eerste toetsing, het ΔVO_2 tydens die verskillende trapinsette nie 'n statisties betekenisvolle verband getoon met W_{maks} en T_{vent} , nadat die invloed van liggaamsgewig ingereken is nie. T_{vent} , uitgedruk as % VO_{2maks} , was die enigste fisiologiese veranderlike wat 'n negatiewe korrelasie getoon het met ΔVO_2 tydens die verskillende trapinsette ($r = -0.18$ tot -0.37 , $p > 0.05$).

TABEL 27. DIE VERBAND TUSSEN ΔVO_2 ($\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}$) EN DIE FISILOGIESE VERANDERLIKES, SOOS GEMEET TYDENS DIE TWEDE TOETSING.

(Die verband word aangetoon as die Spearman rangkorrelasie koëffisiënt; $n = 15$)

Fisiologiese veranderlike	< T_{vent}		> T_{vent}	
	ΔVO_2 Op-respons	ΔVO_2 Af-respons	ΔVO_2 Op-respons	ΔVO_2 Af-respons
$VO_{2\text{maks}}$ ($\ell\cdot\text{min}^{-1}$)	0.67 β	0.61 α	0.75 β	0.75 β
$VO_{2\text{maks}}$ ($\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$)	0.38	0.33	0.38	0.53 α
W_{maks} (W)	0.56 α	0.48	0.77 β	0.74 β
$W_{\text{maks}}\cdot\text{kg}^{-1}$ ($\text{W}\cdot\text{kg}^{-1}$)	0.01	-0.04	0.16	0.26
T_{vent} (% $VO_{2\text{maks}}$)	-0.18	-0.20	-0.37	-0.27
T_{vent} ($\ell\cdot\text{min}^{-1}$)	0.68 β	0.59 α	0.73 β	0.79 β
T_{vent} ($\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$)	0.29	0.25	0.16	0.29

waar: $\alpha = p < 0.05$

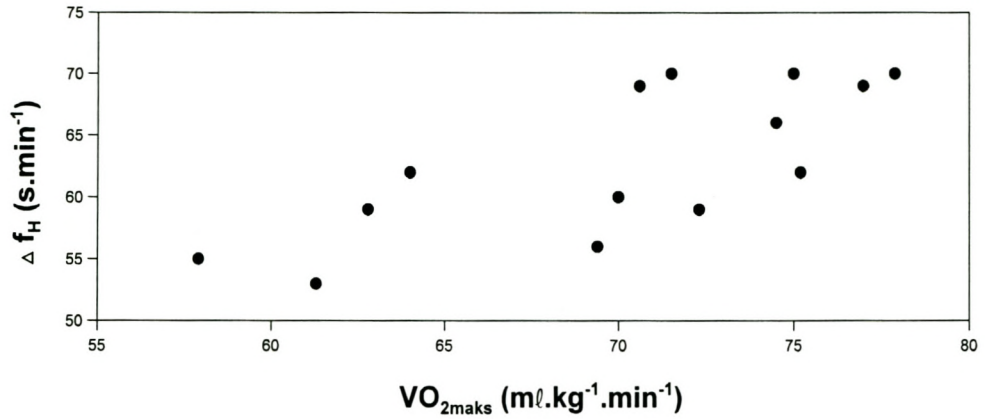
$\beta = p < 0.01$

ΔVO_2 = absolute verandering in VO_2 ($\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}$)

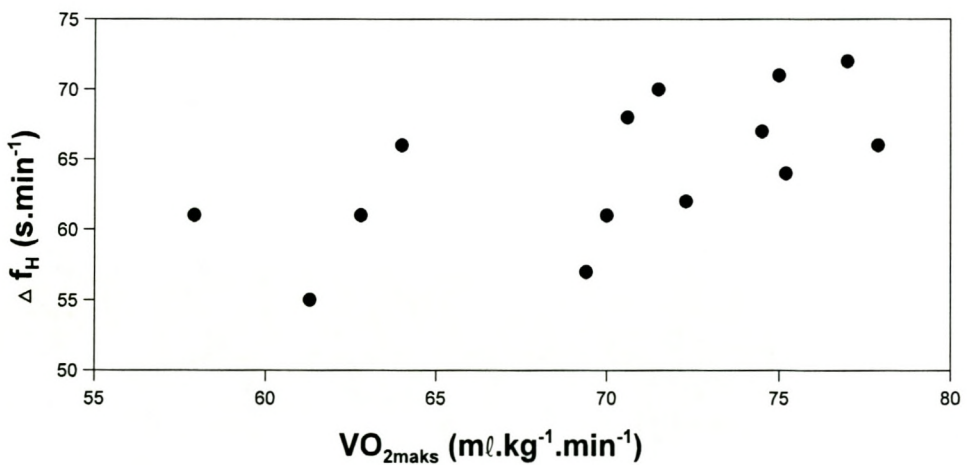
2.3. Die absolute verandering in f_H (Δf_H)

Tydens die tweede toetsing het Δf_H 'n goeie verband getoon met $VO_{2\text{maks}}$ ($\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) en T_{vent} ($\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) [$r = 0.66 - 0.78$, $p < 0.01$]. Figuur 18 en 19 toon duidelik dat die ryers met die hoogste $VO_{2\text{maks}}$ ($\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) ook die hoogste Δf_H aangeteken het. Vanuit tabel 28 word afgelei dat die grootte van die werkklas (onder of bo T_{vent}) nie 'n betekenisvolle rol speel in hierdie korrelasies nie. Die fietsryers met die hoogste relatiewe $VO_{2\text{maks}}$ en T_{vent} het die grootste Δf_H tydens die trapinsette onder T_{vent} en bo T_{vent} ondervind.

In ooreenstemming met die eerste toetsing, het die fietsryers se T_{vent} , uitgedruk as % $VO_{2\text{maks}}$, slegs 'n statisties betekenisvolle verband getoon met Δf_H tydens die af-respons van die lae trapinset ($r = 0.51$, $p < 0.05$).



Figuur 18 Die verband tussen Δf_H tydens die af-respons van die hoë trapinset en VO_{2maks} ($\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) [$r = 0.78$, $p < 0.01$].



Figuur 19. Die verband tussen Δf_H tydens die op-respons van die hoë trapinset en VO_{2maks} ($\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) [$r = 0.71$, $p < 0.01$].

TABEL 28. DIE VERBAND TUSSEN Δf_H (s.min⁻¹) EN DIE FISIOLOGIESE VERANDERLIKES, SOOS GEMEET TYDENS DIE TWEDE TOETSING.

(Die verband word aangetoon as die Spearman rangkorrelasie koëffisiënt; n = 15)

Fisiologiese veranderlike	< T _{vent}		> T _{vent}	
	Δf_H Op-respons	Δf_H Af-respons	Δf_H Op-respons	Δf_H Af-respons
VO _{2maks} (l.min ⁻¹)	0.23	0.00	0.08	0.18
VO _{2maks} (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	0.66 ^β	0.49	0.71 ^β	0.78 ^β
W _{maks} (W)	0.22	0.03	0.08	0.01
W _{maks} .kg ⁻¹ (W.kg ⁻¹)	0.40	0.37	0.42	0.48
T _{vent} (% VO _{2maks})	0.30	0.51 ^α	0.14	0.00
T _{vent} (l.min ⁻¹)	0.55 ^α	0.33	0.33	0.32
T _{vent} (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	0.73 ^β	0.73 ^β	0.66 ^β	0.66 ^β

waar: ^α = p < 0.05

^β = p < 0.01

Δf_H = absolute verandering in f_H (s.min⁻¹)

3. Opsomming

3.1. Die VO₂ tydkonstantes

Met die uitsondering van die verband tussen W_{maks} en die VO₂ af-respons tydens die lae trapinset, het al die VO₂ tydkonstantes (wat statisties beduidend gekorreleer het met die fisiologiese veranderlikes), 'n inverse verband met mekaar gehad. Dit wil dus voorkom asof 'n vinnige VO₂ tydkonstante verband hou met 'n verhoogde fisiologiese inoefeningstoestand, soos gemeet met 'n maksimale, inkrementele toets. Geeneen van die fisiologiese veranderlikes het egter uitgestaan as 'n veranderlike wat 'n buitengewone sterk verband met VO₂ kinetika toon nie (tabel 29a).

3.2. ΔVO_2

Tabel 29b toon dat die fietsryers se absolute VO_{2maks} , W_{maks} en T_{vent} statisties betekenisvol gekorreleer met ΔVO_2 , veral tydens die trapinset bo T_{vent} . Hierdie sterk verband het vir beide toetsgeleenthede gegeld. Die resultate dui daarop dat 'n hoë absolute VO_{2maks} , W_{maks} en T_{vent} , gepaardgaan met 'n hoë ΔVO_2 tydens lae en hoë oefeningsintensiteite.

3.3. Die f_H tydkonstantes

Die fisiologiese veranderlikes het oor die algemeen swak gekorreleer met f_H kinetika (Tabel 29a). Slegs T_{vent} ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ en $l \cdot min^{-1}$) het statisties beduidend met die f_H op-response gekorreleer ($r = -0.64$ en -0.54 onderskeidelik). Geeneen van die fisiologiese veranderlikes het egter statisties beduidend gekorreleer met die f_H af-response nie ($r < 0.40$, $p > 0.05$).

3.4. Δf_H

Tabel 29c toon dat daar veral tydens die tweede toetsing 'n goeie korrelasie was tussen die fietsryers se relatiewe VO_{2maks} en T_{vent} , en Δf_H tydens die lae en hoë trapinsette. Dit wil dus voorkom asof die grootte van die werkklas nie 'n beduidende rol speel in die verband tussen Δf_H en die tradisionele voorspellers van fietsryprestasie nie. Oor die algemeen het die fietsryers met die hoogste uithouvermoë oefeningskapasiteit ook die grootste Δf_H tydens die verskillende trapinsette aangeteken.

3.5. Samevatting

Daar was 'n statisties beduidende verband tussen die VO_2 tydkonstantes en uithouvermoë oefeningskapasiteit (VO_{2maks} , W_{maks} en T_{vent}) van die fietsryers. Dit wil voorkom asof die oefeningsintensiteit nie 'n rol speel in hierdie inverse verband nie. Die proefpersone se uithouvermoë oefeningskapasiteit het 'n sterk verband getoon met ΔVO_2 en Δf_H tydens werklaste bo T_{vent} . Die volgende bevinding het deurentyd gegeld: hoe hoër die VO_{2maks} , W_{maks} en T_{vent} , hoe groter was die absolute verandering in VO_2 en f_H .

**TABEL 29a. DIE FISILOGIESE VERANDERLIKES WAT STATISTIES
BEDUIDEND MET VO_2 EN f_H KINETIKA (sek) GEKORRELEER
HET .**

(Die verband word aangetoon as die Spearman rangkorrelasie koëffisiënt)

Fisiologiese veranderlike	< T_{vent}		> T_{vent}	
	Op-respons	Af-respons	Op-respons	Af-respons
VO_2 kinetika				
VO_{2maks} ($l \cdot min^{-1}$)	-0.63 ¹			
W_{maks} (W)	-0.66 ¹	0.57 ²		
$W_{maks} \cdot kg^{-1}$ ($W \cdot kg^{-1}$)				-0.63 ²
T_{vent} ($l \cdot min^{-1}$)	-0.55 ¹			
T_{vent} ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)				-0.54 ²
f_H kinetika				
T_{vent} ($l \cdot min^{-1}$)			-0.54 ²	
T_{vent} ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)	-0.64 ²			

waar: ¹ = verband verkry tydens November '98 toetsing

² = verband verkry tydens Maart '99 toetsing

**TABEL 29b. DIE FISILOGIESE VERANDERLIKES WAT STATISTIES
BEDUIDEND MET ΔVO_2 (ml min⁻¹) GEKORRELEER HET.**

(Die verband word aangetoon as die Spearman rangkorrelasie koëffisiënt)

Fisiologiese veranderlike	< T _{vent}		> T _{vent}	
	ΔVO_2 Op-respons	ΔVO_2 Af-respons	ΔVO_2 Op-respons	ΔVO_2 Af-respons
VO _{2maks} (l.min ⁻¹)	0.64 ¹ ; 0.67 ²	0.57 ¹ ; 0.61 ²	0.85 ¹ ; 0.75 ²	0.82 ¹ ; 0.75 ²
VO _{2maks} (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)			0.54 ¹	0.55 ¹ ; 0.53 ²
W _{maks} (W)	0.50 ¹ ; 0.56 ²	0.45 ¹	0.77 ¹ ; 0.77 ²	0.79 ¹ ; 0.74 ²
T _{vent} (l.min ⁻¹)	0.49 ¹ ; 0.68 ²	0.46 ¹ ; 0.59 ²	0.76 ¹ ; 0.73 ²	0.76 ¹ ; 0.79 ²

waar: ¹ = verband verkry tydens November '98 toetsing

² = verband verkry tydens Maart '99 toetsing

**TABEL 29c. DIE FISILOGIESE VERANDERLIKES WAT STATISTIES
BEDUIDEND MET Δf_H (s.min⁻¹) GEKORRELEER HET.**

(Die verband word aangetoon as die Spearman rangkorrelasie koëffisiënt)

Fisiologiese veranderlike	< T _{vent}		> T _{vent}	
	Δf_H Op-respons	Δf_H Af-respons	Δf_H Op-respons	Δf_H Af-respons
VO _{2maks} (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	0.66 ²		0.71 ²	0.78 ²
W _{maks} .kg ⁻¹ (W.kg ⁻¹)		0.57 ¹	0.57 ¹	0.59 ¹
T _{vent} (% VO _{2maks})		0.45 ¹ ; 0.51 ²		
T _{vent} (l.min ⁻¹)	0.55 ²			
T _{vent} (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	0.73 ²	0.54 ¹ ; 0.73 ²	0.46 ¹ ; 0.66 ²	0.51 ¹ ; 0.66 ²

waar: ¹ = verband verkry tydens November '98 toetsing

² = verband verkry tydens Maart '99 toetsing

H. DIE VERBAND TUSSEN VO_2 EN f_H KINETIKA, EN FIETSRYPRESTASIE IN DIE VELD

1. Eerste toetsing

Die VO_2 en f_H kinetika van die proefpersone tydens die eerste toetsing (November '98) is vergelyk met hul fietsryprestasie in die 103 km bondelwegspringwedren (B/S 103) en die eerste 20 km padtydtoets (TT1).

1.1. Die tydkonstantes

Oor die algemeen het VO_2 en f_H kinetika swak gekorreleer met fietsryprestasie in die B/S 103 (Tabel 30 en 31). Slegs die VO_2 op-respons tydens die lae trapinset het statisties beduidend gekorreleer met die fietsryers se prestasie in die B/S 103 ($r = 0.46$, $p < 0.05$). Geen statisties beduidende verband kon gevind word tussen enige van die f_H tydkonstantes en prestasie in die B/S 103 nie. Net so het geeneen van die VO_2 of f_H tydkonstantes statisties beduidend gekorreleer met prestasie in die eerste padtydtoets nie (< 0.39 en -0.36 onderskeidelik, $p > 0.05$). Al die korrelasies was minder as 0.36 ($p > 0.05$).

**TABEL 30. DIE VERBAND TUSSEN VO_2 KINETIKA (sek)* EN
FIETSRYPRESTASIE (min) IN DIE B/S 103 EN DIE EERSTE
20KM PADTYDTOETS.**

(Die verband word aangetoon as die Spearman rangkorrelasie koëffisiënt)

	B/S 103 (n = 21)	TT1 (n = 18)
$< T_{vent}$: τVO_2 Op-respons	0.46 ^{α}	0.39
: τVO_2 Af-respons	0.31	0.22
$> T_{vent}$: τVO_2 Op-respons	0.23	0.13
: τVO_2 Af-respons	0.26	0.36

waar: * = soos gemeet tydens die eerste trapinset-oefeningstoets (November '98)

^{α} = $p < 0.05$

TABEL 31. DIE VERBAND TUSSEN f_H KINETIKA (sek)* EN FIETSRYPRESTASIE (min) IN DIE B/S 103 EN DIE EERSTE 20KM PADTYDTOETS.

(Die verband word aangetoon as die Spearman rangkorrelasie koëffisiënt)

	B/S 103 (n = 21)	TT1 (n = 18)
$< T_{vent} : \tau f_H$ Op-respons	0.32	-0.10
$: \tau f_H$ Af-respons	-0.33	-0.32
$> T_{vent} : \tau f_H$ Op-respons	-0.06	-0.36
$: \tau f_H$ Af-respons	-0.05	-0.06

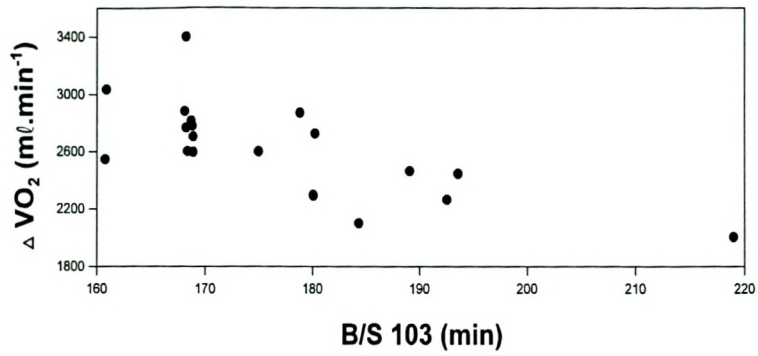
waar: * = soos gemeet tydens die eerste trapinset-oefeningstoets (November '98)

1.2. ΔVO_2

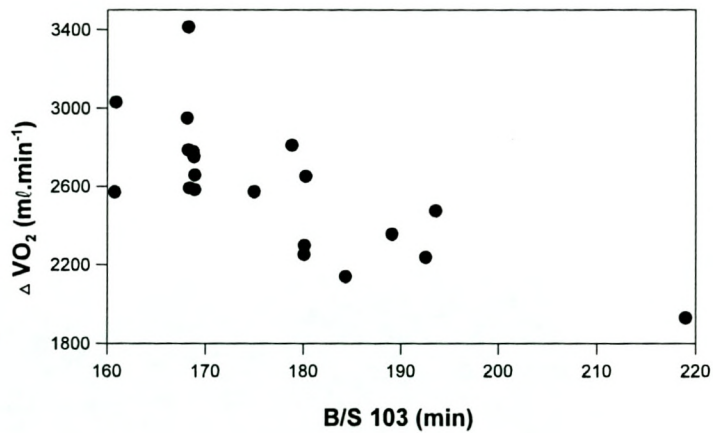
Daar was goeie korrelasies tussen ΔVO_2 (tydens die hoë trapinset), en prestasie in die B/S 103 en TT1 (tabel 32, figure 20 - 23). Die verband tussen ΔVO_2 (tydens die lae trapinset) het egter nie statisties betekenisvol gekorreleer met fietsryprestasie nie. Vanuit tabel 30 is dit duidelik dat die styging in VO_2 tydens die hoë trapinset en die daling in VO_2 na afloop van die hoë trapinset, feitlik ewe goed gekorreleer het met fietsryprestasie. Dit blyk vanuit tabel 32 dat die fietsryers met die hoogste ΔVO_2 tydens die hoë trapinset, die veldtoetse ook in die vinnigste tyd voltooi het.

1.3. Δf_H

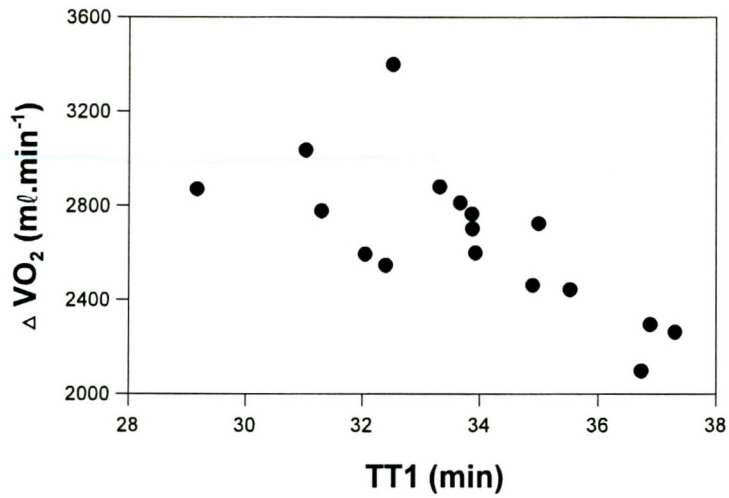
Tabel 33 toon dat geeneen van die korrelasies tussen Δf_H en prestasie in die padtoetse statisties betekenisvol was nie. Die beste korrelasie is gevind tussen Δf_H tydens die op-respons van die lae trapinset ($r = -0.43$), maar die verband was nie statisties betekenisvol nie ($p > 0.05$).



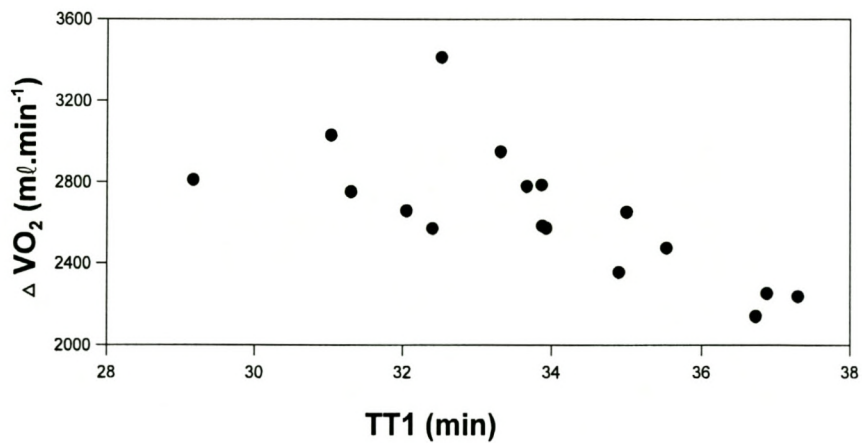
Figuur 20. Die verband tussen ΔVO_2 tydens die op-respons van die hoë trapinset en prestasie in B/S 103 ($r = -0.70$, $p < 0.01$).



Figuur 21. Die verband tussen ΔVO_2 tydens die af-respons van die hoë trapinset en prestasie in B/S 103 ($r = -0.71$, $p < 0.01$).



Figuur 22. Die verband tussen ΔVO_2 tydens die op-respons van die hoë trapinset en prestasie in TT1 ($r = -0.74$, $p < 0.01$).



Figuur 23. Die verband tussen ΔVO_2 tydens die af-respons van die hoë trapinset en prestasie in TT1 ($r = -0.76$, $p < 0.01$).

TABEL 32. DIE VERBAND TUSSEN ΔVO_2 ($ml \cdot min^{-1}$)* EN FIETSRYPRESTASIE (min) IN DIE B/S 103 EN DIE EERSTE 20KM PADTYDTOETS.

(Die verband word aangetoon as die Spearman rangkorrelasie koëffisiënt)

	B/S 103 (n = 21)	TT1 (n = 18)
< T_{vent} : Op-respons	-0.34	-0.42
: Af-respons	-0.33	-0.36
> T_{vent} : Op-respons	-0.70 β	-0.74 β
: Af-respons	-0.71 β	-0.76 β

waar : * = soos gemeet tydens die eerste trapinset-oefeningstoets (November '98)

$\beta = p < 0.01$

TABEL 33. DIE VERBAND TUSSEN Δf_H ($s \cdot min^{-1}$)* EN FIETSRYPRESTASIE (min) IN DIE B/S 103 EN DIE EERSTE 20KM PADTYDTOETS.

(Die verband word aangetoon as die Spearman rangkorrelasie koëffisiënt)

	B/S 103 (n = 21)	TT1 (n = 18)
< T_{vent} : Op-respons	-0.27	-0.43
: Af-respons	-0.21	-0.23
> T_{vent} : Op-respons	-0.39	-0.24
: Af-respons	-0.35	-0.25

waar : * = soos gemeet tydens die eerste trapinset-oefeningstoets (November '98).

2. Tweede toetsing

2.1. Die tydkonstantes

Die VO_2 - en f_H tydkonstantes van die proefpersone, soos gemeet tydens die tweede toetsing in Maart '99, het swak gekorreleer met die 105 km bondelwegringswedren en die tweede 20 km padtydtoets (tabel 34 en 35). Geen statisties beduidende korrelasies kon verkry word nie ($r < 0.56$, $p > 0.05$).

TABEL 34. DIE VERBAND TUSSEN VO_2 KINETIKA (sek)* EN FIETSRYPRESTASIE (min) IN DIE ARGUS 105 EN DIE TWEDE 20KM PADTYD TOETS.

(Die verband word aangetoon as die Spearman rangkorrelasie koëffisiënt)

	Argus 105 (n = 12)	TT2 (n = 12)
$< T_{\text{vent}} : \tau \text{VO}_2$ Op-respons	-0.35	-0.19
: τVO_2 Af-respons	0.24	-0.13
$> T_{\text{vent}} : \tau \text{VO}_2$ Op-respons	-0.32	0.02
: τVO_2 Af-respons	0.55	0.56

waar: * = soos gemeet tydens die tweede trapinset-oefeningstoets (Maart '99).

TABEL 35. DIE VERBAND TUSSEN f_H KINETIKA (sek)* EN FIETSRYPRESTASIE (min) IN DIE ARGUS 105 EN DIE TWEDE 20KM PADTYD TOETS.

(Die verband word aangetoon as die Spearman rangkorrelasie koëffisiënt)

	Argus 105 (n = 12)	TT2 (n = 12)
$< T_{\text{vent}} : \tau f_H$ Op-respons	0.22	0.00
: τf_H Af-respons	0.24	0.15
$> T_{\text{vent}} : \tau f_H$ Op-respons	-0.07	0.30
: τf_H Af-respons	0.30	0.40

waar: * = soos gemeet tydens die tweede trapinset-oefeningstoets (Maart '99).

2.2. ΔVO_2

ΔVO_2 ($\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}$) tydens die tweede trapinset oefeningstoets het nie 'n statisties betekenisvolle verband getoon met prestasie in die Argus 105 nie (tabel 36). Hoewel ΔVO_2 tydens beide lae en hoë trapinsette beter gekorreleer het met prestasie in TT2 as met prestasie in die Argus 105, was slegs die verband tussen die VO_2 op-respons tydens die lae trapinset en TT2 statisties beduidend ($r = -0.57$, $p < 0.05$). Die resultate dui daarop dat hoe groter ΔVO_2 is tydens die lae en hoë trapinsette, hoe beter is die fietsryers se prestasie in TT2.

2.3. Δf_H

In ooreenstemming met die eerste toetsing was daar geen statisties betekenisvolle verband tussen Δf_H tydens die verskillende trapinsette, en die fietsryers se prestasie in die bondelwegspringwedren (Argus 105) nie. Daarenteen het Δf_H tydens die op-respons van die lae trapinset statisties beduidend gekorreleer met prestasie in TT2 ($r = -0.59$, $p < 0.05$). Geeneen van die ander f_H response het egter statisties beduidend gekorreleer met prestasie in die TT2 nie. Hierdie tendens stem ooreen met ΔVO_2 tydens die trapinset oefeningstoets in Maart '99, waar slegs die VO_2 op-respons tydens die lae trapinset statisties beduidend gekorreleer het met prestasie in TT2 ($r = -0.57$, $p < 0.05$).

TABEL 36. DIE VERBAND TUSSEN ΔVO_2 ($ml \cdot min^{-1}$)* EN FIETSRYPRESTASIE (min) IN DIE ARGUS 105 EN DIE TWEDE 20KM PADTYDTOETS.

(Die verband word aangetoon as die Spearman rangkorrelasie koëffisiënt)

	Argus 105 (n = 12)	TT2 (n = 12)
$< T_{vent}$: Op-respons	-0.06	-0.57^α
: Af-respons	-0.01	-0.54
$> T_{vent}$: Op-respons	-0.22	-0.48
: Af-respons	-0.29	-0.50

waar: * = soos gemeet tydens die tweede trapinset-oefeningstoets (Maart '99).

^α = $p < 0.05$

TABEL 37. DIE VERBAND TUSSEN Δf_H (s.min⁻¹)* EN FIETSRYPRESTASIE (min) IN DIE ARGUS 105 EN DIE TWEDE 20KM PADTYDTOETS.

(Die verband word aangetoon as die Spearman rangkorrelasie koëffisiënt)

	Argus 105 (n = 12)	TT2 (n = 12)
< T _{vent} : Op-respons	-0.14	-0.59^α
: Af-respons	-0.20	-0.41
> T _{vent} : Op-respons	-0.32	-0.21
: Af-respons	-0.40	-0.38

waar: * = soos gemeet tydens die tweede trapinset-oefeningstoets (Maart '99).

^α = p < 0.05

I. SEISOENALE VERANDERINGE IN VO_2 EN f_H KINETIKA

1. Die VO_2 tydkonstantes

Tabel 38 toon dat die proefpersone se af-response tydens die lae en hoë trapinset statisties beduidend vertraag het vanaf November '98 tot Maart '99 ($p < 0.01$ en 0.02 onderskeidelik). Hierdie vertraging in die af-response het gepaard gegaan met 'n versnelling in die op-response in dieselfde tydperk, hoewel die verskille tussen die eerste en tweede toetsings nie statisties betekenisvol was nie ($p > 0.05$).

2. ΔVO_2

Hoewel ΔVO_2 afgeneem het vanaf die eerste tot die tweede toetsing, was geeneen van die verskille statisties betekenisvol nie (tabel 39). Dit het gegeld vir die lae trapinset oefeninge ($927.6 \pm SF 48.0 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}$ vs $921.8 \pm SF 52.1 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}$ en $929.2 \pm SF 42.6 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}$ vs $914.3 \pm SF 54.7 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}$, vir die op -en af-response onderskeidelik, $p > 0.05$), en die hoë trapinset oefeninge ($2703.3 \pm SF 80.6 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}$ vs $2660.3 \pm SF 89.0 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}$ en $2688.5 \pm SF 85.8 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}$ vs $2672.8 \pm SF 87.8 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}$, vir die op- en af-response onderskeidelik, $p > 0.05$).

3. Die f_H tydkonstantes

Alhoewel die proefpersone se f_H tydkonstantes dieselfde seisoenale tendens as die VO_2 tydkonstantes gevolg het, het slegs die af-respons tydens die hoë trapinset statisties beduidend vertraag vanaf November '98 tot Maart '99 ($39.2 \pm SF 1.0 \text{ s}$ vs $43.5 \pm SF 1.7 \text{ s}$, $p < 0.01$). Die versnelling van die op-respons tydens die hoë trapinset in dieselfde tydperk het gegrens aan statistiese beduidendheid ($48.2 \pm SF 1.1 \text{ s}$ vs $45.5 \pm SF 0.9 \text{ s}$, $p = 0.06$).

4. Δf_H

In ooreenstemming met ΔVO_2 , was daar geen statisties beduidende seisoenale veranderinge in die grootte van die f_H respons tydens die verskillende trapinsette nie. Hoewel Δf_H tydens die op-respons van die lae trapinset hoër was in Maart '99 as in November '98, was die verskil nie statisties betekenisvol nie ($25.6 \pm SF 1.4 \text{ slae}\cdot\text{min}^{-1}$ vs $23.3 \pm SF 1.3 \text{ slae}\cdot\text{min}^{-1}$ onderskeidelik, $p = 0.12$).

TABEL 38. DIE VERSKIL IN VO₂ KINETIKA (sek) TUSSEN DIE EERSTE EN TWEEDE TOETSING.

(Waardes word aangetoon as gem. ± SF; n = 15)

	Eerste toetsing (Nov '98)	Tweede toetsing (Mrt '99)	p-waarde
< T _{vent} : Op-respons	26.0 ± 1.2	23.7 ± 1.0	0.15
: Af-respons	22.8 ± 0.7	25.4 ± 0.8	0.01
> T _{vent} : Op-respons	36.0 ± 1.7	33.4 ± 1.2	0.17
: Af-respons	33.3 ± 0.8	38.0 ± 1.6	0.02

TABEL 39. DIE VERSKIL IN Δ VO₂ (ml.min⁻¹) TUSSEN DIE EERSTE EN TWEEDE TOETSING.

(Waardes word aangetoon as gem. ± SF; n = 15)

	Eerste toetsing (Nov '98)	Tweede toetsing (Mrt '99)	p-waarde
< T _{vent} : Op-respons	927.6 ± 48.0	921.8 ± 52.1	0.85
: Af-respons	929.2 ± 42.6	914.3 ± 54.7	0.60
> T _{vent} : Op-respons	2703.3 ± 80.6	2660.3 ± 89.0	0.40
: Af-respons	2688.5 ± 85.8	2672.8 ± 87.8	0.77

TABEL 40. DIE VERSKIL IN f_H KINETIKA (sek) TUSSEN DIE EERSTE EN TWEEDE TOETSING.(Waardes word aangetoon as gem. \pm SF; n = 15)

	Eerste toetsing (Nov '98)	Tweede toetsing (Mrt '99)	p-waarde
< T_{vent} : Op-respons	27.6 \pm 1.3	24.9 \pm 1.1	0.14
: Af-respons	25.7 \pm 0.8	25.0 \pm 0.6	0.48
> T_{vent} : Op-respons	48.2 \pm 1.1	45.5 \pm 0.9	0.06
: Af-respons	39.2 \pm 1.0	43.5 \pm 1.7	0.01

TABEL 41. DIE VERSKIL IN Δf_H (s.min⁻¹) TUSSEN DIE EERSTE EN TWEEDE TOETSING.(Waardes word aangetoon as gem. \pm SF; n = 15)

	Eerste toetsing (Nov '98)	Tweede toetsing (Mrt '99)	p-waarde
< T_{vent} : Op-respons	23.3 \pm 1.3	25.6 \pm 1.4	0.12
: Af-respons	23.7 \pm 1.5	24.7 \pm 1.3	0.54
> T_{vent} : Op-respons	63.7 \pm 1.7	65.0 \pm 1.4	0.43
: Af-respons	62.3 \pm 1.8	63.5 \pm 1.6	0.45

HOOFSTUK SES

BESPREKING

A. ANTROPOMETRIESE VERANDERLIKES

Die gemiddelde ouderdom van die fietsryers ($n = 21$) wat aan die eerste laboratorium-toetsing in November 1998 deelgeneem het, was $22.9 \pm SA 6.2$ jaar (reikwydte 16 - 35 jaar). In die meeste studies waarin kompeterende en elite padfietsryers ondersoek is, was die gemiddelde ouderdom van die proefpersone tussen 20 - 27 jaar (Barlow et al, 1985; Tanaka et al, 1993; Palmer et al, 1996; Wilber et al, 1997; Lucía et al, 1998).

Die groep fietsryers wat aan die eerste laboratorium-toetsing deelgeneem het, was $180.0 \pm SA 7.4$ cm lank. Die staanlengte van die groep vergelyk goed met die gemiddelde lengte van kompeterende fietsryers, soos gemeet in vorige studies (Barlow et al, 1985; Miller & Manfredi, 1987; Tanaka et al, 1993; Palmer et al, 1996). Die kompeterende fietsryers van Miller en Manfredi (1987) was $178.3 \pm SA 5.3$ cm lank ($n = 22$), terwyl die gemiddelde lengte van Palmer et al (1996) se groep $181 \pm SA 0.06$ cm was ($n = 10$).

Die vyftien proefpersone wat beide die November '98 en Maart '99 toetsings afgelê het, was statisties beduidend langer tydens die antropometriese toetsing in Maart '99 ($179.1 \pm SF 2.0$ cm vs $179.4 \pm SF 2.0$ cm, $p = 0.02$). Die rede vir die toename in lengte na slegs 4 maande lê waarskynlik in die feit dat die groep uit heelwat jong groeiende seuns onder die ouderdom van 20 jaar bestaan het ($n = 8$). Nadat die groep verdeel is in 'n jong (≤ 20 jaar, $n = 8$) en 'n ouer groep (>20 jaar, $n = 7$), is gevind dat die jong groep statisties beduidend langer geword het in die 4 maande tussen die twee toetse ($179.6 \pm SF 2.9$ cm vs $180.0 \pm SF 2.9$ cm, $p = 0.007$), terwyl die ouer groep se lengte nie statisties betekenisvol toegeneem het nie ($178.5 \pm SF 2.8$ cm vs $178.9 \pm SF 2.9$ cm, $p = 0.56$).

Die gemiddelde gewig van die fietsryers wat deelgeneem het aan die eerste antropometriese meting ($n = 21$), was $69.0 \pm SA 8.3$ kg. Die meeste studies wat kompeterende en elite fietsryers ondersoek het, het gevind dat dié fietsryers se liggaamsgewig tussen 67 - 73 kg varieer (Barlow et al, 1985; Coyle et al, 1991; Tanaka et al, 1993; Lucía et al, 1998). Tabel 6 toon aan dat die groep se gewig nie statisties beduidend verander het tydens die 4 maande tussen die twee toetsings nie ($68.1 \pm SF 2.2$ kg vs 67.7 ± 2.1 kg, $p = 0.27$). Barbeau et al (1993), wat die antropometriese en fisiologiese veranderlikes van elite fietsryers ($n = 7$) tydens 'n seisoen gemonitor het, het dieselfde tendens gevind. Hoewel hul fietsryers se liggaamsgewig tydens die kompetisie-fase (Mei - Julie) afgeneem het, was die afname nie statisties beduidend nie ($75.6 \pm SA 4.7$ kg vs $74.3 \pm SA 5.3$ kg, $p > 0.05$).

Die persentasie liggaamsvet van die oorspronklike groep fietsryers was $8.9 \pm SA 3.2$ % ($n = 21$). Hierdie waarde het goed ooreengestem met die 15 kompeterende fietsryers van Coyle et al (1991) [$8.9 \pm SA 3.4$ %], die 15 kompeterende fietsryers van Barlow et al (1985)[$10.9 \pm SA 3.5$ %] en die 9 elite fietsryers van Hagberg et al (1979)[$7.6 \pm SA 3.2$ %]. In 'n oorsig oor die fisiologiese veranderlikes van kompeterende fietsryers, beveel Burke (1980) aan dat senior kompeterende fietsryers 'n persentasie liggaamsvet tussen 5 - 9 % moet hê.

Die persentasie liggaamsvet van die fietsryers het statisties beduidend afgeneem tussen November '98 en Maart '99 ($9.1 \pm SF 0.8$ % vs 8.3 ± 0.9 %, $p = 0.04$). Aangesien die inoefeningvolume van die fietsryers, gemeet as die afstand afgelê in die twee maande voor die toetsing, konstant gebly het ($1562 \pm SF 228.9$ km vs $1583 \pm SF 230.1$ km, vir die eerste en tweede toetsgeleentheid onderskeidelik, $p > 0.05$), is dit onwaarskynlik dat die afname in persentasie liggaamsvet die gevolg was van die fietsryers se inoefening. Die feit dat die fietsryers se staanlengte statisties betekenisvol toegeneem het oor die 4 maande, met 'n gepaardgaande afname in liggaamsgewig (hoewel nie statisties betekenisvol nie), is 'n moontlike verklaring vir die statisties betekenisvolle afname in die persentasie liggaamsvet van die fietsryers.

Uit die literatuur is dit duidelik dat die antropometriese veranderlikes (staanlengte, liggaamsgewig, persentasie liggaamsvet) van die fietsryers in hierdie studie goed ooreenstem met dié van kompeterende fietsryers. Die proefpersone het 'n lae persentasie liggaamsvet gehad, wat statisties beduidend afgeneem het tydens die fietsryseisoen, waarskynlik weens die gepaardgaande toename in hul staanlengte ($p < 0.05$) en daling in liggaamsgewig ($p > 0.05$). Ten opsigte van antropometriese veranderlikes, was die proefpersone van hierdie studie dus 'n homogene groep kompeterende fietsryers.

B. FIETSRY-INOEFENING EN -ONDERVINDING

1. Fietsry-inoefening

Die proefpersone se inoefeningsvolume is gemeet as die afstand (km) wat die ryers in die twee maande voor elke oefeningstoets afgelê het. Aangesien die laboratorium oefeningstoetse in November '98 en Maart '99 saamgeval het met die twee grootste bondelwëgspringwedrenne in die Kaap, is aangeneem dat die fietsryers goed inge oefen sou wees ten tyde van die laboratorium oefeningstoetse. Uit die literatuur is dit egter duidelik dat die proefpersone se inoefeningsvolume aansienlik minder was as dié van elite manlike fietsryers (~ 6000 km in 2 maande), en effens minder as dié van kompeterende (~2300 km in 2 maande) en klubfietsryers (~2100 km in 2 maande)[Sjøgaard, 1984; Krebs et al, 1986; Loftin & Warren, 1994].

Die proefpersone se inoefeningsvolume het konstant gebly tydens die somer fietsry seisoen (September '98 - Maart '99) ($1562 \pm SF 228.9$ km vs $1583 \pm SF 230.1$ km vir die begin en einde van die seisoen onderskeidelik, $p > 0.05$). Die metode waarvolgens die proefpersone se inoefeningsvolume verkry is, het egter verskil tussen die twee toetsings. Inoefeningsvolume tydens die eerste laboratoriumtoets in November '98 is vanaf 'n oefenvraelys verkry wat die proefpersone tydens hul eerste laboratoriumbesoek voltooi het (Bylaag C). Sjøgaard (1984) en Krebs et al (1986) het dieselfde metode gebruik om hul fietsryers se inoefeningsvolume te bekom. Na die laboratorium-oefeningstoetse in

November '98, is daar aan elke proefpersoon 'n dagboek gegee met die opdrag om rekord te hou van hul inoefeningsvolume tot en met die volgende toetsing in Maart '99. Die ryers se inoefeningsvolume vir die twee maande voor die Maart '99 toetsing is sodoende vanaf die inoefeningsrekords verkry. Die waardes van die tweede toetsing is dus waarskynlik meer akkuraat as die geskatte waardes van die eerste toetsing. Bogenoemde moet dus as 'n beperking van hierdie studie gesien word.

2. Fietsryondervinding

Die proefpersone se fietsryondervinding is gemeet as die aantal jare waarin hulle aan kompeterende fietsry deelgeneem het. In die meeste studies word dit as 'n maatstaf van fietsryondervinding beskou (Coyle et al, 1988; Coyle et al, 1991; Loftin & Warren, 1994; Nichols et al, 1997). Die meeste studies met kompeterende fietsryers het gevind dat hiérdie ryers tussen 4 - 8 jaar fietsryondervinding het (Coyle et al, 1988; Coyle et al, 1991; Loftin & Warren, 1994). Die proefpersone in hierdie studie het dus effens minder fietsryondervinding gehad ($3.5 \pm SA 3.3$ jaar), maar was meer ervare as die klubfietsryers van Krebs et al (1986)[$2.9 \pm SA 2.8$ jaar].

Die fietsryers in hierdie studie was heterogeen t.o.v. fietsryondervinding, soos afgelei kan word vanaf die reikwydte van fietsryondervinding (1 - 16 jaar). Dit blyk egter 'n algemene verskynsel te wees in die meeste studies, en veral in die studie van Krebs et al (1986). In daardie studie het die fietsryers se ondervinding van 2 maande tot 10 jaar gewissel.

Naas fietsryondervinding, is die proefpersone se uithouvermoë-sport ondervinding ook vanaf die oefeningsvraelys bepaal. Die proefpersone was statisties beduidend langer betrokke in verskillende tipes uithouvermoë-sporte (fietsry ingesluit), as in kompeterende fietsry alleen ($4.6 \pm SF 0.8$ jaar vs $3.5 \pm SF 0.7$ jaar vir uithouvermoë sporte en fietsry onderskeidelik, $p = 0.009$). Coyle et al (1988 en 1991) het soortgelyke resultate met kompeterende fietsryers gevind. In albei studies het die fietsryers langer deelgeneem aan uithouvermoë sportsoorte as aan kompeterende fietsry alleen ($7.3 \pm SF 0.6$ jaar vs $3.9 \pm$

SF 0.6 jaar, $p < 0.001$ en $7.3 \pm SF 0.8$ jaar vs $5.1 \pm SF 0.7$ jaar, $p = 0.01$, vir die eerste en tweede studie onderskeidelik). Aangesien fietsry ook gereken word as 'n uithouvermoë tipe sport, is dit nie 'n verrassende bevinding nie. Kompeterende fietsryers het 'n hoë uithouvermoë potensiaal en vaar gewoonlik goed in ander uithouvermoë sportsoorte. Dit wil dus voorkom asof kompeterende fietsryers eers aan ander uithouvermoë sportsoorte deelneem, voordat hulle besluit om hulle op fietsry toe te spits.

3. Opsomming

Die proefpersone se inoefeningsvolume tydens die fietsryseisoen was minder as dié van kompeterende en elite fietsryers. Hul inoefeningsvolume was ook nie statisties beduidend verskillend aan die begin en einde van die somer fietsryseisoen nie. Hierdie bevinding kan dalk toegeskryf word aan die relatief onakkurate metode wat gevolg is om die fietsryers se inoefeningsvolume tydens die twee toetsperiodes te bepaal. Aan die ander kant was die proefpersone van hierdie studie almal kompeterende ryers wat ook tydens die wintermaande (Junie - Augustus) aan wedrenne deelgeneem het. Gevolglik was hierdie fietsryers waarskynlik reeds inge oefen tydens die eerste toetsing in November '98. Dit verklaar dus moontlik waarom daar nie 'n statisties betekenisvolle verskil in die proefpersone se inoefeningsvolume tussen November '98 en Maart '99 was nie.

In ooreenstemming met hul inoefeningsvolume, was die fietsryers se fietsryondervinding oor die algemeen minder as dié van kompeterende fietsryers. Aangesien Krebs et al (1986) getoon het dat ervare fietsryers meer kilometers per week aflê as onervare fietsryers, wil dit blyk asof die proefpersone se gebrekkige fietsryondervinding waarskynlik die rede is vir hul lae inoefeningsvolume in vergelyking met ander kompeterende fietsryers.

C. FISIOLOGIESE VERANDERLIKES

1. VO_{2maks}

Dit is welbekend dat die VO_{2maks} van kompeterende en elite fietsryers hoog is (65 - 73 $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$). Aangesien topvlak fietsry teen hoë oefeningsintensiteite plaasvind, moet die deelnemers dus 'n hoë aërobie se uithouvermoë besit. Die fietsryers wat aan hierdie studie deelgeneem het, het dan ook hoë VO_{2maks} - waardes behaal. Tydens die eerste maksimale oefeningstoets het die groep ($n = 21$) 'n gemiddelde absolute VO_{2maks} van $4.6 \pm SA 0.6 \text{ l.min}^{-1}$ gehad, en 'n relatiewe VO_{2maks} van $67.5 \pm 8.0 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}$. Hierdie waardes vergelyk goed met dié van kompeterende en elite fietsryers, nl. 65 - 73 $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ of 4.5 - 5.2 l.min^{-1} (Lopategui et al, 1986; Coyle et al, 1988; Lindsay et al, 1996; Wilber et al, 1997; Lucia et al, 1998).

Die groep se VO_{2maks} (uitgedruk as $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ en l.min^{-1}) het nie statisties beduidend verander tussen die eerste oefeningstoets in November '98 en die tweede oefeningstoets in Maart '99 nie (Tabel 7). Die mees waarskynlike rede vir die bevinding is die feit dat die groep se inoefeningsvolume nie statisties beduidend verskil het tussen die twee toetsperiodes nie. Op grond hiervan sou dus nie verwag word dat hulle VO_{2maks} sou verander het nie. Aan die ander kant is dit ook moontlik dat die fietsryers reeds 'n plato bereik het t.o.v. hul VO_{2maks} . Aangesien die groep se VO_{2maks} - waardes reeds hoog was en verteenwoordigend was van elite fietsryers, is dit moontlik dat hulle reeds hulle absolute VO_{2maks} bereik het.

Hierdie resultate beklemtoon die feit dat die VO_{2maks} 'n goeie voorspeller van uithouvermoë potensiaal is, maar dat dit nie op die langtermyn gebruik kan word om (1) prestasie in die veld te voorspel nie, of (2) seisoenale veranderinge te monitor nie. Wanneer kompeterende fietsryers eenmaal hulle absolute VO_{2maks} bereik het, sal die fietsryers daardie maksimale oefeningskapasiteit handhaaf, mits hulle inoefeningsvolume dieselfde bly. Indien fisiologiese veranderlikes dus gebruik moet word om fietsry prestasie te

voorspel, moet 'n veranderlike gevind word wat sensitief is vir die minimale antropometriese en fisiologiese verskille wat tussen elite/kompeterende fietsryers bestaan.

2. T_{vent}

Studies het reeds getoon dat T_{vent} 'n sterk voorspeller van fietsryprestasie tussen inge oefende fietsryers is (Miller & Manfredi, 1987; Hopkins & McKenzie, 1994). In hierdie studie was die ryers se T_{vent} [$78.4 \pm SF 1.3 \%VO_{2maks}$ en $75.7 \pm SF 0.9 \%VO_{2maks}$, vir die eerste en tweede toetsing onderskeidelik] effens hoër as dié van Miller & Manfredi (1987) se kompeterende fietsryers ($71.1 \pm SA 6.4 \%VO_{2maks}$). Volgens die literatuur is elite fietsryers se T_{vent} egter hoër is as dié van die proefpersone in hierdie studie. Faria et al (1989) en Lucía et al (1998) het T_{vent} - waardes van tussen 80 - 87 $\%VO_{2maks}$ vir elite fietsryers gerapporteer.

Dit moet egter in gedagte gehou word dat verskillende metodes gebruik word om T_{vent} te bepaal, wat nie noodwendig presies dieselfde antwoord lewer nie. Terblanche (1996) het aangetoon dat die verskil tussen enige 2 metodes om die ventilatoriese draaipunt te bepaal, vir enige individuele proefpersoon tussen -10 en +10% kan varieer wanneer die draaipunt uitgedruk word i.t.v. $\% VO_{2maks}$. In die lig hiervan is dit onmoontlik om te beoordeel in watter kategorie (kompetierend of elite) die fietsryers van hierdie studie sorteer.

Tabel 7 toon dat die fietsryers se T_{vent} nie statisties beduidend verander het tussen November '98 en Maart '99 nie, hoewel T_{vent} effens laer was tydens die tweede toetsing in Maart '99. Aangesien die inoefeningsvolume nie statisties betekenisvol verander het tydens die 2 toetsgeleenthede nie, sou daar nie verwag word dat daar statisties betekenisvolle veranderinge in die fisiologiese veranderlikes moes wees nie. Aangesien T_{vent} die enigste veranderlike was wat afgeneem het, en die feit dat hierdie afname nie statisties betekenisvol was nie, kan daar nie op grond van hierdie enkele veranderlike

afgelei word dat die fietsryers se uithouvermoë kapasiteit afgeneem het oor die verloop van die 4 maande nie.

3. W_{maks}

Volgens die literatuur, was die fietsryers van hierdie studie se W_{maks} effens laer as dié van elite fietsryers. Verskeie studies het aangetoon dat die W_{maks} van elite en hoogs ingeefende padfietsryers tussen 428 - 470 W is (Palmer et al, 1996; Wilber et al, 1997; Lucía et al, 1998). Tydens die eerste toetsing was die proefpersone se W_{maks} $377.4 \pm SF 8.0$ W, terwyl hul W_{maks} tydens die tweede toetsing $383.3 \pm SF 8.8$ W was. Die protokolle wat in die verskillende studies gebruik is om W_{maks} te bereken, het nie verskil van die protokol wat tydens hierdie studie gebruik is nie. Al die studies het met 'n submaksimale werkklas begin en daarna is die werkklas progressief verhoog met inkremente van 20 - 25 $W \cdot \text{min}^{-1}$. Die verskil in W_{maks} tussen die fietsryers van hierdie studie en elite fietsryers, is dus nie te wyte aan die verskil in die oefeningsprotokol nie.

'n Moontlike verklaring vir die laer W_{maks} -waardes van die kompeterende fietsryers van hierdie studie kan moontlik 'n gebrek aan 'n hoë inoefeningsvolume wees. Lucía et al (1998) het getoon dat die inoefeningsvolume van elite en professionele fietsryers tussen 24 000 en 32 000 km per seisoen is. Hierdie afstand (~2400 - 3200 km per maand) is aansienlik meer as die ± 1600 km wat die fietsryers in hierdie studie oor 'n periode van 2 maande afgelê het. Vanuit die literatuur wil dit voorkom asof fietsry-inoefening en fietsryondervinding 'n voorspeller is van die W_{maks} van kompeterende en elite fietsryers (Coyle et al, 1989; Coyle et al, 1991; Lucía et al, 1998). Lucía et al (1998) het aangetoon dat professionele fietsryers, met 'n groter inoefeningsvolume as elite fietsryers, hoër W_{maks} -waardes tydens 'n maksimale oefeningstoets kon behaal as die elite fietsryers ($466.0 \pm SA 30.8$ W vs $428.6 \pm SA 31.7$ W onderskeidelik, $p < 0.001$). Die professionele fietsryers se VO_{2maks} was egter nie statisties beduidend hoër as dié van elite fietsryers nie.

Coyle et al (1991) het soortgelyke resultate gevind en noem dat meer ervare fietsryers instaat is om groter afwaartse krag op die fietspedale uit toe oefen as minder ervare fietsryers. Volgens Coyle et al (1988) blyk dit dat hoë intensiteit fietsryinoefening van ~ 5 jaar, in vergelyking met 2 tot 3 jaar, neurologiese en/of muskulêre aanpassings induseer wat spierglikogenolise tydens fietsry verminder. Die meer ervare ryers is dus instaat om langer en teen 'n hoër oefeningsintensiteit te oefen. Aangesien die proefpersone van hierdie studie oor die algemeen nog redelik min hoë intensiteit fietsryondervinding gehad het, kan dit dalk 'n rede wees vir die laer W_{maks} van hierdie groep, in vergelyking met die meer ervare kompeterende fietsryers van ander outeurs (Lucia et al, 1998, Wilber et al, 1997).

Die proefpersone se W_{maks} het nie statisties beduidend verander tussen die maksimale oefeningstoetse in November '98 en Maart '99 nie (tabel 2). Die fietsryers het egter wel effens hoër waardes bereik tydens die tweede oefeningstoets ($377.4 \pm SF 8.0$ W vs $383.3 \pm SF 8.8$ W, vir die eerste en tweede oefeningstoets onderskeidelik, $p = 0.10$). Twee redes kan vir hierdie bevinding aangevoer word:

i. Die leereffek

Vir die meeste van die proefpersone was die maksimale oefeningstoets in November '98 hul eerste blootstelling aan 'n laboratorium oefeningstoets. Die proefpersone was onbekend met die trapaksie van die elektronies geremde fietsergometer, die dra van 'n mondstuk, asook die duur en intensiteit van die oefeningstoets. Tydens die tweede oefeningstoets in Maart '99 het die proefpersone reeds blootstelling gehad aan 'n maksimale en submaksimale oefeningstoets op die fietsergometer.

ii. Sielkundige faktore

Tydens die tweede oefeningstoets het die proefpersone 'n mikpunt gehad om na te streef i.t.v. die duur van die oefeningstoets. Doelwitstelling en intrinsieke motivering om beter te doen as die eerste keer, kon moontlik 'n rol gespeel het in die hoër werkuitset tydens die tweede oefeningstoets.

Alhoewel bogenoemde faktore wel 'n rol kon speel in die hoër W_{maks} van die fietsryers tydens die tweede toetsgeleentheid, kon Lindsay et al (1996) geen verskil in die maksimale werkklas van kompeterende fietsryers ($n = 12$) tydens drie agtereenvolgende laboratoriumtoetse vind nie. Die KvV vir maksimale werkklas tydens die drie verskillende oefeningstoetse was $1.14 \pm SA 0.65\%$. Hieruit kan dus afgelei word dat die herhaalbaarheid van W_{maks} in 'n maksimale oefeningstoets by kompeterende fietsryers hoog is.

4. $W_{maks} \cdot kg^{-1}$

Heelwat navorsers gebruik $W_{maks} \cdot kg^{-1}$, in plaas van die absolute maksimale werkklas, om te kompenseer vir verskille in liggaamsgewig (Palmer et al, 1994; Palmer et al, 1996; Wilber et al, 1997; Lucía et al, 1998). Kompeterende en elite fietsryers toon relatiewe maksimale werklaste van 5.4 tot 6.7 $W_{maks} \cdot kg^{-1}$. Palmer et al (1994) beweer dat 'n waarde van meer as 5.5 $W \cdot kg^{-1}$ 'n voorvereiste vir topvlak fietsryers is. In die lig hiervan kan die proefpersone in hierdie studie as kompeterende/elite fietsryers beskou word, aangesien hul relatiewe maksimale werkklas in bogenoemde kategorie val ($5.6 \pm SF 0.1 W_{maks} \cdot kg^{-1}$ en $5.7 \pm SF 0.1 W_{maks} \cdot kg^{-1}$, vir die eerste en tweede toetsing onderskeidelik).

Die relatiewe maksimale werkklas was die enigste fisiologiese veranderlike wat statisties beduidend verander het tydens die twee maksimale oefeningstoetse. Die statisties beduidende styging in $W_{maks} \cdot kg^{-1}$ tydens die tweede maksimale oefeningstoets (tabel 2), is die gevolg van die fietsryers se hoër W_{maks} en laer liggaamsgewig tydens die tweede

toetsing. Alhoewel laasgenoemde twee veranderlikes nie statisties beduidend verander het tydens die twee toetsings nie ($p = 0.10$ en $p = 0.27$ onderskeidelik), het die kumulatiewe effek van die veranderings waarskynlik bygedra tot die statisties beduidende styging in $W_{\text{maks}} \cdot \text{kg}^{-1}$.

5. Maksimale harttempo

Studies met kompeterende en elite fietsryers tussen 23 - 25 jaar het getoon dat hul f_{Hmaks} tussen 185 - 200 slae per minuut wissel (Malhotra et al, 1984; Palmer et al, 1996; Wilber et al, 1997; Lucía et al, 1998). Die f_{Hmaks} van die fietsryers in hierdie studie ($194.9 \pm \text{SF } 2.1$ slae.min⁻¹ en $193 \pm \text{SF } 1.7$ slae.min⁻¹ vir die eerste en tweede toetsing onderskeidelik) vergelyk dus goed met dié van kompeterende en elite fietsryers. Vanuit tabel 7 kan gesien word dat die ryers in beide die eerste en tweede maksimale oefeningstoetse naby aan hul ouderdom-voorspelde f_{Hmaks} gekom het ($99.7 \pm \text{SA } 13.2\%$ en $98.7 \pm \text{SA } 3.1\%$). Hieruit kan afgelei word dat die proefpersone 'n maksimale poging in beide maksimale oefeningstoetse gelewer het.

Die proefpersone se f_{Hmaks} het nie statisties beduidend verskil tussen die November '98 en Maart '99 oefeningstoetse nie (tabel 7). Hierdie bevinding is in ooreenstemming met die ander fisiologiese veranderlikes wat onveranderd gebly het tydens die twee toetsgeleenthede.

6. V_{Emaks}

Min studies het die maksimale minuutventilasie ($\ell \cdot \text{min}^{-1}$) van kompeterende en elite fietsryers ondersoek. Uit die beskikbare bronne blyk dit dat die V_{Emaks} van hié die ryers tussen 123 - 146 $\ell \cdot \text{min}^{-1}$ varieer (Malhotra et al, 1984; Faria et al, 1989; Loftin & Warren, 1994). Die fietsryers van hierdie studie vergelyk dus goed met bogenoemde ryers i.t.v. V_{Emaks} ($149.4 \pm \text{SF } 3.4 \ell \cdot \text{min}^{-1}$ en 149.9 ± 3.4 $149 \ell \cdot \text{min}^{-1}$ vir die eerste en tweede toetsing onderskeidelik). Hoewel Lucía et al (1998) heelwat hoër waardes vir elite en professionele

fietsryers gerapporteer het ($\pm 186 \ell \cdot \text{min}^{-1}$), is die maksimale minuutventilasie van die fietsryers in hierdie studie in dieselfde reikwydte as dié van die meeste kompeterende fietsryers. $V_{E_{\text{maks}}}$ het ook nie statisties betekenisvol verskil tussen die twee toetse nie. Aangesien die fietsryers se oefenprogram onveranderd gebly het, was hierdie bevinding te wagte.

7. Die onderlinge verband tussen die tradisionele voorspellers van fietsryprestasie.

Tabel 8 en 9 toon dat die maksimale fisiologiese veranderlikes, met die uitsondering van T_{vent} (% $VO_{2\text{maks}}$), baie goed met mekaar gekorreleer het ($r = 0.73 - 0.93$, $p < 0.01$). Die sterk verband tussen $VO_{2\text{maks}}$ ($\ell \cdot \text{min}^{-1}$) en W_{maks} tydens die tweede toetsing ($r = 0.93$, $p < 0.01$), vergelyk goed met die verband wat Hawley & Noakes (1992) tussen bogenoemde twee veranderlikes gevind het ($r = 0.97$, $p < 0.01$). Dit is dus duidelik dat fietsryers met 'n hoë $VO_{2\text{maks}}$ ook 'n hoë W_{maks} en 'n hoë T_{vent} tydens die inkrementele oefeningstoets aangeteken het. Die sterk verband tussen $VO_{2\text{maks}}$, W_{maks} en T_{vent} , regverdig die gebruik van hierdie drie veranderlikes as aanduiders van uithouvermoë kapasiteit in kompeterende fietsryers.

8. Samevatting

Na aanleiding van hul maksimale fisiologiese veranderlikes, sorteer die proefpersone van hierdie studie in die kategorie van kompeterende fietsryers. Alhoewel hul $VO_{2\text{maks}}$ en $W_{\text{maks}} \cdot \text{kg}^{-1}$ vergelykbaar is met dié van elite fietsryers, is die fietsryers se T_{vent} , W_{maks} en $V_{E_{\text{maks}}}$ laer as dié van elite fietsryers. Indien die fietsryers se fietsryondervinding en fietsryinoefening ook in berekening gebring word, is dit onwaarskynlik dat hulle die inoefeningsprofiel van hoogs inge oefende elite fietsryers het. Alhoewel die fietsryers dus die aërobiese potensiaal van elite fietsryers het, wil dit voorkom asof 'n gebrek aan langdurige hoë intensiteit inoefening hulle daarvan weerhou om as elite fietsryers gekategoriseer te word.

Oor die algemeen was die groep redelik homogeen t.o.v. hul maksimale fisiologiese veranderlikes. Die meeste studies wat die fisiologiese veranderlikes van kompeterende en elite fietsryers gemeet het, het 'n KvV tussen 8 en 12% getoon vir VO_{2maks} , T_{vent} , W_{maks} en $W_{maks} \cdot kg^{-1}$. In hierdie studie was die KvV vir VO_{2maks} tussen 8.8 en 12.6%, vir T_{vent} tussen 4.7 en 11.3%, vir W_{maks} tussen 8.2 en 8.9% en vir $W_{maks} \cdot kg^{-1}$ tussen 8.2 en 9.5%. In vergelyking met ander gerapporteerde studies in die literatuur kan die fietsryers in hierdie studie dus as 'n homogene groep kompeterende fietsryers beskou word.

Volgens die maksimale fisiologiese veranderlikes kan daar nie met sekerheid gesê word of die fietsryers in 'n beter inoefeningstoestand was tydens die tweede toetsgeleentheid nie. Die feit dat die fietsryers se inoefeningsvolume nie statisties beduidend toegeneem het tydens die fietsryseisoen nie, verklaar waarskynlik waarom die meeste maksimale veranderlikes min of meer konstant gebly het. Daar moet egter in gedagte gehou word dat die statiese veranderlikes van die maksimale oefeningsrespons (soos VO_{2maks} en W_{maks}) nie statisties beduidende veranderinge toon in atlete/fietsryers wat 'n hoë vlak van inoefening handhaaf nie. Van Ingen Schenau et al (1992) het gevind dat, ten spyte van 'n progressiewe en goed gekontroleerde inoefeningsprogram, daar weinig veranderinge is in die maksimale fisiologiese veranderlikes van 'n homogene groep elite atlete oor 'n periode van 12 maande. Hierdie statiese veranderlikes het ook geen verband getoon met sy atlete se prestasie in die veld nie.

Gevolgtrekking:

In hierdie studie is gebruik gemaak van 'n homogene groep fietsryers wat voldoen aan die kriteria vir kompeterende fietsryers. Die antropometriese veranderlikes (met die uitsondering van % liggaamsvet) en statiese veranderlikes van die maksimale oefeningstoets het nie statisties beduidend verander oor die verloop van die fietsryseisoen nie.

D. VO₂ EN f_H KINETIKA

1. Inleiding

Met die aanvang van oefening styg VO₂ en f_H in 'n eksponensiële patroon tot 'n nuwe bestendige toestand. Tydens werklaste bo T_{vent} is daar egter 'n addisionele styging in VO₂ en f_H wat die bereiking van 'n bestendige toestand vertraag, of selfs verhoed (Barstow, 1994). Ten einde hierdie VO₂ en f_H response te meet, word wiskundige modelle op die data gepas om sodoende tydkonstantes te verkry wat 'n kwantitatiewe waarde aan die spoed (kinetika) van die VO₂ en f_H respons gee. Dit is reeds gevind dat die VO₂ en f_H kinetika van inge oefende persone vinniger is as dié van minder inge oefende persone (Hickson et al, 1978; Powers et al, 1985; Bunc et al, 1988). Ten einde die verband tussen VO₂ en f_H kinetika, en fietsryprestasie te ondersoek, is die VO₂ en f_H kinetika in die huidige studie tydens trapinsette onder en bo T_{vent} bepaal.

Vorige studies waar VO₂ en f_H kinetika bestudeer is, het heelwat verskil t.o.v. die modellering, die intensiteit van die trapinset en die gebruik van opwarmingsoefeninge voor die trapinset oefening. Aangesien al hierdie faktore die absolute waardes van die tydkonstantes beïnvloed, is dit bykans onmoontlik om vergelykings tussen die bestaande literatuur en hierdie studie te tref. Dit was egter nie die doel van hierdie studie om 'n vergelyking te tref tussen die absolute tydkonstantes van hierdie studie en vorige studies nie.

2. Modelling van die VO₂ en f_H respons

In die meeste studies word daar gebruik gemaak van 'n mono-eksponensiële model met 'n tydvertraging om die VO₂ respons by lae oefeningsintensiteite (< T_{vent}) te beskryf (Whipp et al, 1982; Babcock et al, 1994; Chilibeck et al, 1996). Diegene wat f_H kinetika ondersoek het, het dieselfde model gebruik as vir die VO₂ respons (Yoshida et al, 1995; Chilibeck et al, 1996).

In hierdie studie is gebruik gemaak van 'n mono-eksponensiële model sonder 'n tydvertraging om beide die VO_2 - en f_H -respons te beskryf. Die beperking van hierdie model is dat dit nie onderskeid tref tussen die verskillende fases van die VO_2 respons nie (fase 1, 2 en 3 soos beskryf deur Whipp & Ward, 1990). Die rede waarom die eenvoudige mono-eksponensiële model gebruik is, is weens die relatief klein hoeveelheid data punte wat vir elke proefpersoon gegenereer is tydens die oefenstudies. Daar is in hierdie studie gebruik gemaak van 'n oop-lus spirometrie sisteem, waar gemengde geëkspireerde gasse teen 'n tempo van $1 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ uit 'n mengkas gemonster is. Op hierdie wyse is 'n gemiddelde VO_2 - waarde elke 2 - 3 sekondes bereken. Dit is in teenstelling met die meeste gerapporteerde studies waar gebruik gemaak is van asemteug-tot-asegteug metaboliese sisteme en waar 'n VO_2 - waarde dus vir elke asemteug bereken word. In sulke gevalle is daar dus 'n geweldige groot hoeveelheid data punte, wat die gebruik van meer ingewikkelde wiskundige modelle regverdig. Dieselfde geld vir die f_H respons, waar daar in hierdie studie ook net 'n gemiddelde waarde elke 2 - 3 sekondes bereken is.

Hoewel die mono-eksponensiële model met 'n tydvertraging ook op die data van hierdie studie gepas is, het dit in geen geval tot 'n beter wiskundige passing gelei nie. Vir dieselfde rede is die mono-eksponensiële model (sonder 'n tydvertraging) ook op die VO_2 en f_H response van die hoë trapinsette ($> T_{vent}$) gepas. In die meeste word 'n twee- of drie komponent model gebruik vir die hoë intensiteit oefeninge (Barstow & Molé, 1991; Barstow et al, 1996; MacDonald et al, 1997), maar hierdie modelle het nie tot beter passings gelei vir hierdie studie se data nie. Gevolglik is dieselfde mono-eksponensiële model ook vir die hoë VO_2 en f_H response gebruik.

Die betroubaarheidskoeffisiënte (R^2) vir die VO_2 en f_H response het vir beide die op- en af-response, asook vir die hoë en lae trapinsette, tussen 0.93 en 0.99 gevarieer. Dit dui dus daarop dat die mono-eksponensiële model, sonder die tydvertraging, die VO_2 en f_H response voldoende beskryf het.

Die feit dat daar in hierdie studie nie van 'n asemteug-tot-asegteug metaboliese sisteem

gebruik gemaak is nie, en dat die tydkonstantes slegs m.b.v. 'n eenvoudige mono-eksponensiële model bepaal kon word, moet as 'n beperking van hierdie studie beskou word.

3. Die relatiewe oefeningsintensiteite tydens die verskillende trapinsette

Tydens die eerste toetsgeleentheid het al die ryers die trapinset oefeninge teen dieselfde relatiewe intensiteit afgelê (~50% VO_{2maks} en ~88% VO_{2maks} vir die lae en hoë trapinset onderskeidelik). Ten einde dit makliker te maak om enige veranderinge in VO_2 en f_H kinetika tydens die seisoen waar te neem, het die ryers die trapinset oefeninge in Maart '99 teen dieselfde absolute werkklas as in November '98 afgelê.

Aangesien die fietsryers se inoefeningstoestand en inoefeningsvolume nie statisties beduidend verander het tydens die twee toetsgeleenthede nie, is dit nie verrassend dat die fietsryers se oefeningsintensiteite, uitgedruk as % VO_{2maks} en % f_{Hmaks} , nie statisties betekenisvol verskil het tussen die twee toetsgeleenthede nie (tabel 10 en 13, $p > 0.05$).

Die enigste uitsondering was egter tydens die af-respons na afloop van die hoë werkklas ($> T_{vent}$), waar die fietsryers se oefeningsintensiteit (uitgedruk as % f_{Hmaks}) statisties beduidend laer was in Maart '99 ($60.9 \pm SF 1.0$ % vs $58.4 \pm SF 1.0$ % vir die eerste en tweede toetsgeleentheid onderskeidelik, $p < 0.05$). Aangesien 'n soortgelyke tendens nie voorgekom het met die uitdrukking van die oefeningsintensiteit as % VO_{2maks} nie, kan hierdie bevinding nie noodwendig aan 'n beter inoefeningstoestand toegeskryf word nie. Dit is moontlik dat die fietsryers slegs meer ontspanne was tydens die laboratoriumtoets, omdat dit hulle tweede toetsgeleentheid was en hulle gevolglik meer vertrouwd was met die eksperimentele prosedures.

Tabelle 10 en 13 toon dat die fietsryers se oefeningsintensiteit (uitgedruk as % VO_{2maks} en % f_{Hmaks}) statisties beduidend hoër was tydens die af-respons na afloop van die hoë trapinset as na afloop van die lae trapinset ($p < 0.01$). Die verklaring hiervoor lê waarskynlik in die spoed van die VO_2 en f_H respons tydens die af-response van die lae en

hoë trapinsette (tabel 11 en 14). Die fietsryers se VO_2 en f_H tydkonstantes was statisties beduidend stadiger tydens die af-respons van die hoë trapinset, waarskynlik weens die terugbetaling van die suurstofskuld wat opgedoen is tydens die trapinset bo T_{vent} . Gevolglik was hulle relatiewe oefeningsintensiteite ($\% VO_{2maks}$ en $\% f_{Hmaks}$) ook statisties beduidend hoër aan die einde van die af-respons.

4. Die invloed van die werklas ($< T_{vent}$ en $> T_{vent}$)

Die meeste studies dui daarop dat VO_2 en f_H kinetika stadiger is by werklaste bo T_{vent} , in vergelyking met werklaste onder T_{vent} . Die VO_2 en f_H tydkonstantes wat in hierdie studie gemeet is, was ook statisties beduidend stadiger tydens die trapinsette bo T_{vent} (tabel 11 en 14). Casaburi et al (1989) en Regensteiner et al (1998) skryf die stadige VO_2 kinetika tydens hoë trapinsette toe aan die teenwoordigheid van die VO_2 stadige komponent. Die VO_2 stadige komponent, wat slegs voorkom by oefeningsintensiteite bo T_{vent} , vertraag of voorkom die bereiking van 'n VO_2 bestendige toestand tydens hierdie werklaste, en vertraag sodoende VO_2 kinetika. Linnarsson (1974) het getoon dat 'n soortgelyke f_H stadige komponent (f_H drif) tydens oefening bo T_{vent} voorkom, wat dus 'n verklaring is vir die stadiger f_H kinetika tydens oefening bo T_{vent} . Hierdie noue verband tussen VO_2 en f_H kinetika is in ooreenstemming met die bevindinge van Hughson & Morrissey (1983) en Chilibeck et al (1996).

Barstow en Molé (1991) het getoon dat dit nie noodwendig die hele VO_2 respons is wat vertraag word tydens werklaste bo T_{vent} nie. Hulle het met 'n dubbel eksponensiële model getoon dat die VO_2 primêre komponent (fase 2) relatief konstant bly tydens werklaste onder en bo T_{vent} . Aangesien 'n mono-eksponensiële model in hierdie studie gebruik is om die fietsryers se VO_2 en f_H tydkonstantes te bereken, kan die VO_2 en f_H respons slegs as 'n geheel bespreek word. (Die redes waarom 'n mono-eksponensiële model gebruik is, is reeds hierbo bespreek.)

5. Die af-respons vs die op-respons

Tabel 11 en 14 toon dat daar geen vaste patroon in die op- en af-response van die fietsryers se VO_2 en f_H kinetika tydens die verskillende trapinsette was nie. Dit is onduidelik of die fietsryers se VO_2 en f_H op-response vinniger of stadiger as hul af-response tydens die verskillende trapinsette was, aangesien teenstrydige resultate tydens die eerste en tweede toetsgeleentheid gevind is. In die literatuur is daar ook teenstrydige resultate gevind in studies wat die VO_2 en f_H op- en af-response van proefpersone tydens trapinsette onder en bo T_{vent} ondersoek het.

MacDonald et al (1997) het gevind dat hulle proefpersone se VO_2 af-response statisties beduidend vinniger as hul op-respons was teen werklaste bo T_{vent} , terwyl die twee response nie statisties beduidend van mekaar verskil het teen werklaste onder T_{vent} nie. Linnarsson (1974) kon geen statisties beduidende verskil in die VO_2 op- en af-kinetika van sy proefpersone vind tydens werklaste onder en bo T_{vent} nie. Linnarsson (1974) en Hagberg et al (1980) het gevind dat hul proefpersone se f_H af-response statisties beduidend stadiger was as hul op-response vir werklaste onder en bo T_{vent} , terwyl Bunc et al (1988) geen statisties beduidende verskil kon vind tussen bogenoemde response van hoogs inge oefende roeiers nie.

Die onderliggende fisiologiese meganismes wat die spoed van die VO_2 op- en af-response beheer, is kompleks en navorsers is onseker of die op- en af-response deur dieselfde fisiologiese meganismes beheer word (Hughson et al, 1988, MacDonald et al, 1997). Bewyse dat die inaseming van hipoksiese (14% O_2) en hiperoksiese lug (70% O_2) die VO_2 af-respons statisties beduidend meer vertraag as die op-respons, verleen steun aan die vermoede dat die beheermeganismes van die twee response verskil. Hughson et al (1988) het getoon dat die tipe werkklading (impuls vs trapinset) geen invloed op die VO_2 af-respons het nie, terwyl die VO_2 op-respons statisties beduidend daardeur geraak word.

6. ΔVO_2 ($\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}$) en Δf_H ($\text{s}\cdot\text{min}^{-1}$)

Die fietsryers se ΔVO_2 en Δf_H gee slegs 'n kwantitatiewe waarde aan die grootte (amplitude) van die VO_2 en f_H response tydens die verskillende trapinsette, en is nie 'n aanduiding van die spoed (kinetika) van die response nie. Aangesien hierdie studie egter die gebruik van 'n submaksimale oefeningstoets vir die voorspelling van fietsryprestasie ondersoek, kan die rapportering van enige fisiologiese veranderlike wat vanuit so 'n oefeningstoets verkry word, en moontlik kan korreleer met fietsryprestasie, geregverdig word. Die eenvoud waarmee ΔVO_2 en Δf_H bereken word (sien bl. 70), en die rol wat dit speel in die verdere toeligting van die veranderinge in VO_2 en f_H tydens die trapinsette, verleen verdere steun aan die rapportering van hierdie veranderlikes in die studie.

Tabel 12 en 15 toon dat vir beide ΔVO_2 en Δf_H daar geen statisties beduidende verskil in die op- en af-response tydens die lae trapinset was nie. Aangesien die lae trapinset teen 'n oefeningsintensiteit ver onder die fietsryers se T_{vent} afgelê is ($\sim 50\% VO_{2\text{maks}}$), het die fietsryers se VO_2 en f_H reeds na ongeveer 2 tot 3 minute 'n bestendige toestand bereik. Aan die einde van die op- en af-respons het die fietsryers se VO_2 en f_H dus reeds aangepas by, en herstel van, die trapinset oefening.

In teenstelling hiermee was die fietsryers se Δf_H tydens die hoë trapinset statisties beduidend groter tydens die op-respons as tydens die af-respons ($61.5 \pm \text{SF } 1.5$ vs $60.0 \pm \text{SF } 1.5 \text{ s}\cdot\text{min}^{-1}$, $p < 0.01$ en $65.0 \pm \text{SF } 1.4$ vs $63.5 \pm \text{SF } 1.6 \text{ s}\cdot\text{min}^{-1}$, $p < 0.05$ vir die eerste en tweede toetsgeleentheid onderskeidelik). Die fietsryers se f_H kon dus in die 5 minute na afloop van die hoë trapinset nie tot by die pre-trapinset f_H daal nie. Aangesien daar 'n progressiewe opbou van laktaatsuur en adrenalin tydens werklaste bo T_{vent} plaasvind (Gaesser et al, 1994), was 'n verhoogde simpatiese aktivering aan die einde van die hoë trapinset waarskynlik die oorsaak vir die stadiger terugkeer van f_H na die bestendige toestand. Engelen et al (1996) het getoon dat 'n verhoogde simpatiese aktivering a.g.v. die inaseming van hipoksiese lug, die basislyn f_H tydens nie-belaaide fietsry bo die normale waarde verhoog. Volgens Short en Sedlock (1997) kan die verhoogde f_H aan die einde

van die herstelperiode die gevolg wees van 'n verlengde sensitiviteit van die kardiaale weefsels vir die verhoogde temperatuur, hormone en metaboliete wat gepaardgaan met werklaste bo T_{An} .

Tydens die trapinset bo T_{vent} was die fietsryers se ΔVO_2 en Δf_H ongeveer 2.5 keer groter as hul ΔVO_2 en Δf_H tydens die lae trapinset, terwyl die werkklas slegs 2 keer groter was. Hierdie bevinding is in ooreenstemming met die welbekende feit dat oefening bo T_{An} 'n VO_2 respons induseer wat groter is as die voorspelde VO_2 teen daardie spesifieke werkklas (Whipp et al, 1987). Dit word weereens toegeskryf aan die teenwoordigheid van die VO_2 stadige komponent. Tydens oefening bo T_{vent} kan die suurstofvoorsiening aan die skeletspiere, en uiteindelik aan die mitochondria, nie tred hou met die styging in oksidatiewe metabolisme nie. Die gevolg is 'n groter afbraak van spierfosfokreatien (FKr) as wat voorspel is vanaf oefening onder T_{vent} (Engelen et al, 1996). Die groter FKr afbraak en die ophoping van anorganiese fosfate hou weer verband met 'n groter laktaatproduksie, en die daaropvolgende asidemie lei tot 'n groter dissosiasie van O_2 vanaf hemoglobien om meer O_2 aan te spiere vry te stel. Die eindresultaat van die verhoogde FKr en verhoogde suurstofvrystelling tydens hoë intensiteit oefening, is die teenwoordigheid van die VO_2 stadige komponent en die gepaardgaande onderskatting van die VO_2 respons.

Alhoewel die fisiologiese verklaring vir die groter as voorspelde Δf_H tydens die hoë trapinset nie so duidelik soos dié van VO_2 is nie, kan die goeie korrelasie tussen die VO_2 en f_H response tydens werklaste bo T_{vent} (Linnarsson, 1974, Hughson & Morrissey, 1983) 'n moontlike verklaring wees.

7. Samevatting

In hierdie studie is die fietsryers se VO_2 en f_H kinetika ondersoek teen oefeningsintensiteite onder T_{vent} (~50% VO_{2maks}) en bo T_{vent} (~88% VO_{2maks}). In ooreenstemming met die literatuur, was die VO_2 en f_H tydkonstantes statistiese beduidend stadiger tydens die hoë trapinset oefeninge as tydens die lae trapinset oefeninge, waarskynlik weens die teenwoordigheid van die addisionele VO_2 en f_H komponent wat voorkom na ongeveer 80 - 100 sek van oefening bo T_{vent} . Dit wil voorkom asof daar geen patroon in die op- en af-kinetika van VO_2 en f_H tydens die verskillende trapinsette en toetsgeleentheid was nie. Hierdie bevinding versterk die vermoede dat die VO_2 op- en af-respons deur verskillende fisiologiese meganismes beheer word (sien bl. 136).

Die rapportering van ΔVO_2 en Δf_H blyk waardevol te wees tydens die bestudering van VO_2 en f_H kinetika tydens oefening onder en bo T_{vent} . Terwyl laasgenoemde twee veranderlikes die spoed van die kardiovaskulêre aanpassing tydens oefening meet, meet ΔVO_2 en Δf_H die grootte van die kardiovaskulêre respons. 'n Bestudering van hierdie vier veranderlikes stel dus die navorser in staat om 'n meer volledige prentjie van die kardiovaskulêre kinetika tydens oefening te vorm.

E. DIE VELDTOETSE

Ten einde fietsryprestasie in die veld te meet, het die proefpersone tydens beide toetsings (November '98 en Maart '99) aan 'n bondelwegspringwedren deelgeneem en 'n 20 km padtydtoets afgelê. In dié opsig lewer hierdie studie 'n betekenisvolle bydrae tot die literatuur, aangesien slegs een vorige studie die fietsryprestasie van kompeterende fietsryers in beide 'n bondelwegspringwedren en 'n padtydtoets rapporteer het (Palmer et al, 1994).

1. Die bondelwegspringwedrenne

Die B/S 103 en die Argus 105 is die twee grootste prettrappe in die Wes-Kaap, met laasgenoemde waarskynlik die belangrikste bondelwegspringwedren van die somerfietsryseisoen. Op grond hiervan is aanvaar dat die proefpersone tydens albei bondelwegspringwedrenne gemotiveerd was om hulle beste te lewer, en ook in die beste moontlike inoefeningstoetstand sou wees.

Vanuit tabel 16 kan gesien word dat 9 van die oorspronklike 21 proefpersone nie die Argus 105 voltooi het nie. Siekte, meganiese probleme en vrywillige onttrekking uit die studie was die drie belangrikste oorsake hiervan. Ten einde die proefpersone se fietsryprestasie in die B/S 103 en Argus 105 met mekaar te vergelyk, is die gemiddelde spoed van die groep tydens beide wedrenne bereken, aangesien die afstande van die twee wedrenne verskil het. Alhoewel die Argus 105 'n moeiliker roete gevolg het as die B/S 103, was die fietsryers se gemiddelde spoed tydens beide wedrenne identies dieselfde ($36.0 \pm SA 1.6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ vs $36.0 \pm SA 1.6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$). Daar is moontlik twee redes waarom die fietsryers in die Argus 105 beter (in relatiewe terme) gevaar het:

i hulle het 'n statisties beduidende hoër relatiewe W_{maks} ($W_{\text{maks}}\cdot\text{kg}^{-1}$) tydens die

maksimale inoefeningstoets behaal in Maart '99 as in November '98 ($5.7 \pm \text{SF } 0.1 \text{ W.kg}^{-1}$ vs $5.6 \pm \text{SF } 0.1 \text{ W.kg}^{-1}$, $p = 0.05$)

- ii hulle het 'n statisties beduidende laer persentasie liggaamsvet in Maart '99 as in November '98 gehad ($8.3 \pm \text{SF } 0.9 \%$ vs $9.1 \pm \text{SF } 0.8 \%$, $p = 0.04$). Dit sou die fietsryers veral tydens die Argus 105 bevoordeel het wat op 'n baie meer heuwelagtige roete as die B/S 103 afgelê word.

Een studie met hoogs ingeefende kompeterende fietsryers het ook die Argus 105 gebruik as 'n meting van fietsryprestasie (Palmer et al, 1994). Die fietsryers van daardie studie ($n = 5$) het die roete statisties beduidend vinniger voltooi as die proefpersone van hierdie studie ($155.10 \pm \text{SA } 2.02 \text{ min}$ vs $175.26 \pm \text{SA } 7.33 \text{ min}$, $p < 0.05$). Dit moet egter genoem word dat die fietsryers van Palmer et al almal in die eerste bondel van die wedren weggespring het, saam met ander kompeterende en elite fietsryers. In hierdie studie het net een proefpersoon in die eerste bondel weggespring. Die res van die proefpersone was verstrooi in bondels van wisselende groottes en fietsryondervinding, met sommige proefpersone wat in die stadiger groepe weggespring het.

2. Die 20 km padtydtoetse

Twee dae na die bondelwegspringwedrenne in November '98 en Maart '99 het die proefpersone die padtydtoetse afgelê. Ten einde die proefpersone te motiveer om 'n maksimale poging te lewer, was daar finansiële vergoeding op die spel vir die persone wat die tydtoets in die kortste tyd voltooi het. Die proefpersone het die tweede padtydtoets statisties beduidend vinniger voltooi as die eerste padtydtoets ($31.57 \pm \text{SF } 0.20 \text{ min}$ vs $33.10 \pm \text{SF } 0.24 \text{ min}$, $p = 0.03$). Daar moet egter in gedagte gehou word dat die wind 'n groter faktor in November '98, as in Maart '99 was. Tydens die eerste padtydtoets het 'n baie sterk wind teen 45 km.h^{-1} gewaai, terwyl die wind ligter gewaai het tydens die tweede

padtydtoets ($30 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$). Die rede vir die vinniger tye in Maart '99 kan dus bloot aan beter weersomstandighede toegeskryf word, en nie aan 'n beter inoefeningstoestand nie.

Die prestasie van die fietsryers in die twee 20 km padtydtoetse ($33.10 \pm \text{SA } 1.20 \text{ min}$ en $31.57 \pm \text{SA } 1.08 \text{ min}$) was beter as dié van 19 klubfietsryers in 'n 20 km padtydtoets ($37.16 \pm \text{SA } 4.12 \text{ min}$)[Hawley & Noakes, 1992], maar stadiger as die klaarmaaktye van 6 kompeterende fietsryers tydens 'n 20 km laboratoriumtydtoets ($27.01 \pm 1.20 \text{ min}$)[Palmer et al, 1996]. Daar moet egter in gedagte gehou word dat die laboratoriumtydtoetse nie onderhewig is aan omgewings- en topografiese veranderlikes nie.

Die feit dat daar 'n baie sterk wind gewaai het tydens die padtydtoetse van hierdie studie, verklaar ook die stadiger tye van hierdie studie in vergelyking met dié van Palmer et al (1996). Daar moet verder in gedagte gehou word dat beide padtydtoetse 2 dae na afloop van die bondelwingspringwedrenne afgelê is. Daar bestaan dus 'n moontlikheid dat die fietsryers nog nie volkome herstel het na die bondelwingspringwedrenne nie. In die studie van Palmer et al (1996) het daar ten minste 72 uur verloop tussen die verskillende veldtoetse.

3. Die verband tussen die 4 veldtoetse

Tabel 18 toon dat die 4 veldtoetse goed met mekaar gekorreleer het ($0.72 \leq r \leq 0.78$). Alhoewel verwag is dat die twee padtydtoetse 'n sterker verband met mekaar sou toon as die twee bondelwingspringwedrenne, was die teenoorgestelde waar ($r = 0.73$, $p < 0.05$ en $r = 0.78$, $p < 0.01$ vir die korrelasies tussen die twee padtydtoetse en bondelwingspringwedrenne onderskeidelik). Hierdie bevinding is verrassend as in ag geneem word dat bondeldinamika, die glystroomeffek en groepplasing 'n belangrike rol speel in die klaarmaaktye van fietsryers in bondelwingspringwedrenne. Terselfdertyd wys dit dat die fietsryers se prestasie in TT1 betekenisvol beïnvloed is deur die sterker wind wat op die dag gewaai het.

Vanuit die interkorrelasies tussen die 4 veldtoetse wil dit voorkom asof 'n 20 km padtydtoets en 'n 100+ km bondelwegspringwedren ewe goeie meetinstrumente van fietsryprestasie in die veld is.

F. DIE VERBAND TUSSEN FIETSRYPRESTASIE IN DIE VIER VELDTOETSE, EN DIE TRADISIONELE VOORSPELLERS VAN FIETSRYPRESTASIE

Heelwat navorsing is reeds gedoen op die fisiologiese veranderlikes van kompeterende en elite fietsryers, en hoe hierdie veranderlikes met fietsryprestasie korreleer. Vanuit die literatuur blyk dit dat VO_{2maks} , W_{maks} en T_{vent} die sterkste verband toon met fietsryprestasie. Hierdie korrelasie is dikwels in die omgewing van 0.80, wat hoog is as in aanmerking geneem word dat die steekproewe dikwels uit persone bestaan wat homogeen is t.o.v. uithouvermoë oefeningskapasiteit. Aangesien die verband tussen fietsryprestasie en die tradisionele voorspellers dus reeds bekend is, was die rapportering van hierdie verband hoofsaaklik ten doel om 'n goue standaard te skep waarvolgens die verband tussen VO_2 en f_H kinetika, en fietsryprestasie beoordeel kon word.

1. Die bondelwegspringwedrenne

Alhoewel heelwat studies reeds die verband tussen die tradisionele voorspellers van fietsryprestasie en fietsryprestasie in 'n padtydtoets ondersoek het, is die verband tussen hierdie veranderlikes tydens 'n bondelwegspringwedren nog grootliks onbekend. Sover bekend het slegs een studie tot dusver die verband tussen die tradisionele voorspellers van fietsryprestasie, en fietsryprestasie in bondelwegspringwedrenne ondersoek (Kubukeli et al, 1999). Kubukeli et al het 'n korrelasie van $r = -0.75$ ($p < 0.07$) gevind tussen die eindposisies van 7 kompeterende fietsryers in 'n 80 km bondelwegspringwedren en hul W_{piek} , soos bereken tydens 'n maksimale inkrementele oefeningstoets. Alhoewel Kubukeli

et al (1999) ook die VO_{2maks} en T_{lakt} van sy fietsryers bepaal het, is die verband tussen bogenoemde veranderlikes en die fietsryers se prestasie in die veldtoets nie gerapporteer nie.

Hoewel Palmer et al (1994) hoogs ingeefende fietsryers se VO_{2maks} en W_{maks} , asook hul klaarmaaktye in twee bondelwegringswedrenne ondersoek het, is die verband tussen bogenoemde veranderlikes ook nie gerapporteer nie. Oja et al (1988) het ook nie die verband tussen hul proefpersone se klaarmaaktyd in 'n 132 km bondelwegringswedren, en hul VO_{2maks} en T_{lakt} ondersoek nie. Die afwesigheid van 'n statisties beduidende verband tussen die tradisionele parameters en fietsryprestasie in die veld in bogenoemde studies, is moontlik die rede vir die gebrek aan rapportering. Dit moet egter genoem word dat die primêre doel van bogenoemde studies nie was om die verband tussen fietsryprestasie en die tradisionele voorspellers van fietsryprestasie te ondersoek nie.

1.1. Die B/S 103

Aangesien die B/S 103 oor 'n plat roete afgelê is, was die vermoede dat die persone met die hoogste absolute VO_{2maks} , W_{maks} en T_{vent} ook die B/S 103 in die vinnigste tyd sou aflê. In ooreenstemming hiermee het die ryers se absolute W_{maks} statisties beduidend beter gekorreleer met hul prestasie in die B/S 103 as met die relatiewe W_{maks} ($r = -0.61$, $p < 0.01$ vs $r = 0.48$, $p < 0.05$). Die verband tussen die ryers se absolute en relatiewe VO_{2maks} en T_{vent} , en fietsryprestasie het egter nie statisties beduidend verskil nie ($r = -0.67$ vs -0.70 , albei $p < 0.01$ en $r = -0.78$ vs -0.66 , albei $p < 0.01$ vir VO_{2maks} en T_{vent} onderskeidelik).

Die inverse verband tussen die tradisionele voorspellers van fietsryprestasie en die B/S 103-tyd, dui daarop dat 'n hoë inoefeningstoestand verband hou met 'n vinnige klaarmaaktyd in die B/S 103. Die verband tussen W_{maks} en prestasie in die B/S 103 ($r = -0.61$, $p < 0.01$) was statisties beduidend beter as die verband wat Kubukeli et al

(1999) met 7 ingeefende fietsryers gekry het, alhoewel die korrelasie koëffisiënt kleiner was ($r = -0.75$, $p < 0.07$). Die enigste tradisionele voorspeller wat nie statisties beduidend met prestasie in B/S 103 gekorreleer het nie, was T_{vent} (% VO_{2maks}). Dit blyk egter of dit slegs die uitdrukking van T_{vent} as % VO_{2maks} is wat nie 'n statisties beduidende verband toon met prestasie nie, aangesien die absolute en relatiewe ($l.min^{-1}$ en $m.l.kg^{-1}.min^{-1}$) T_{vent} statisties beduidend gekorreleer het met prestasie in B/S 103 ($r = -0.78$ en -0.66 onderskeidelik, $p < 0.01$). Die verklaring vir bogenoemde bevinding lê waarskynlik in die feit dat die interpersoonlike variasie in T_{vent} , uitgedruk as $l.min^{-1}$ en $m.l.kg^{-1}.min^{-1}$, twee keer groter was as die interpersoonlike variasie in T_{vent} , uitgedruk as % VO_{2maks} (KvV: 13.1%, 11.1% en 6.3% vir T_{vent} uitgedruk as $l.min^{-1}$, $m.l.kg^{-1}.min^{-1}$ en % VO_{2maks}).

Van al die fisiologiese veranderlikes wat tydens die maksimale oefeningstoets gemeet is, het T_{vent} ($l.min^{-1}$) die beste met die B/S 103 gekorreleer ($r = -0.78$, $p < 0.01$).

1.2. Die Argus 105

Oor die algemeen was die korrelasies tussen die tradisionele voorspellers van fietsryprestasie en prestasie in die Argus 105 swakker in vergelyking met die B/S 103. Dit kan moontlik toegeskryf word aan die kleiner aantal proefpersone wat die Argus 105 voltooi het ($n = 12$), en dat hierdie oorblywende groep min gevarieer het t.o.v. hulle maksimale oefeningskapasiteit. Byna dubbel soveel fietsryers het die B/S 103 voltooi ($n = 21$).

In teenstelling met die B/S 103, het die tradisionele voorspellers van fietsryprestasie, uitgedruk as absolute waardes, heelwat swakker gekorreleer met fietsryprestasie in die Argus 105, as die relatiewe waardes. 'n Moontlike verklaring hiervoor kan wees dat die heelwat steiler roete van die Argus 105 dit vir die ligter fietsryers (met 'n hoër relatiewe VO_{2maks} , W_{maks} en T_{vent}) makliker gemaak het om die roete vinniger te voltooi. Die

fisiologiese veranderlike wat die beste met fietsryprestasie in die Argus 105 gekorreleer het, was relatiewe maksimum werkklas ($W_{maks} \cdot kg^{-1}$) [$r = -0.62$, $p < 0.05$].

2. Die 20 km padtydtoetse

Heelwat studies het reeds die verband tussen die tradisionele voorspellers van fietsryprestasie en prestasie tydens padtydtoetse ondersoek (Malhotra et al, 1984; Krebs et al, 1986; Miller & Manfredi, 1987; Hopkins & Mckenzie, 1994). Alhoewel die afstande gevarieer het tussen 13 en 84 km, was die korrelasies tussen die tradisionele voorspellers en fietsryprestasie in die verskillende studies in goeie ooreenstemming. Oor die algemeen het VO_{2maks} , T_{vent} en W_{maks} goed gekorreleer met fietsryprestasie, met die korrelasiekoëffisiënt dikwels tussen 0.80 en 0.90.

2.1. Die eerste 20 km padtydtoets (TT1)

Die sterk korrelasie tussen VO_{2maks} en prestasie in TT1 ($r = -0.77$ en $r = -0.78$ vir die absolute en relatiewe VO_{2maks} onderskeidelik, $p < 0.01$), stem goed ooreen met die bevindinge van ander navorsers (Malhotra et al, 1984; Nichols et al, 1997; Bentley et al, 1998). Die bevinding dat die fietsryers se absolute en relatiewe VO_{2maks} ewe goed gekorreleer het met hul fietsryprestasie in TT1, is teenstrydig met die bevindinge van Malhotra et al (1984), Krebs et al (1986), Swain et al (1988) en Bentley et al (1998), maar in ooreenstemming met dié van Miller & Manfredi (1987), Nichols et al (1997) en Zhou et al (1997). By nadere ondersoek wil dit egter voorkom asof die afstand van die tydtoetse moontlik 'n rol kan speel in dié verskillende uitkomst. Al die studies wat fietsryprestasie in 'n padtydtoets van 40 km of langer gemeet het, het gevind dat die absolute VO_{2maks} beter korreleer met fietsryprestasie, as die relatiewe VO_{2maks} (Malhotra et al, 1984; Krebs et al, 1986; Bentley et al, 1998). Hierteenoor het die studies wat korter padtydtoetse (< 40 km) gebruik het (Miller & Manfredi, 1987; Nichols et al, 1997; Zhou et al, 1997), geen verskil gevind in die verband tussen fietsryprestasie, en absolute en relatiewe VO_{2maks} nie.

'n Moontlike verklaring vir bogenoemde bevinding kan wees dat die korter padtydtoetse nie genoeg tyd aan die fietsryers met die groter absolute waardes verskaf het om statisties beduidende voordele te kon trek uit hul beter VO_2 : frontale area ratio nie. Hierdie verklaring is egter bloot spekulatief, en kon nie uit die literatuur bevestig word nie.

Die matige verband tussen die fietsryers se absolute W_{maks} (W) en TT1 - tyd ($r = -0.68$, $p < 0.01$), vergelyk goed met dié van Zhou et al (1997)[$r = -0.65$, $p < 0.05$], maar is swakker as dié van Bentley et al (1998)[$r = -0.87$, $p < 0.01$] en Hawley & Noakes (1992)[$r = -0.91$, $p < 0.01$]. Die proefpersone van Bentley et al (1998) en Hawley & Noakes (1992) was egter baie meer heterogeen t.o.v. W_{maks} as die fietsryers van hierdie studie (KvV = 13.4%, 25.8% en 8.1% vir die fietsryers van Bentley et al (1998), Hawley & Noakes (1992) en hierdie studie onderskeidelik).

Die swakker korrelasie tussen die relatiewe W_{maks} ($W \cdot kg^{-1}$) en TT1 ($r = -0.55$, $p < 0.05$), is in ooreenstemming met die bevinding van Hawley & Noakes (1992), waar die 20 km tydtoetstyd heelwat swakker gekorreleer het met die relatiewe W_{maks} , as met die absolute W_{maks} ($r = -0.68$ vs $r = -0.91$ onderskeidelik). In beide studies is die 20 km padtydtoets oor 'n gelyk pad afgelê, waar die effek van gravitasie nie 'n groot rol gespeel het nie. Die feit dat die wind sterk gewaai het tydens TT1, kan 'n verdere verklaring vir die swak korrelasie tussen die fietsryers se relatiewe W_{maks} en hul fietsryprestasie wees. Aangesien 'n kleiner liggaamsgewig *per se* nie 'n fietsryer bevoordeel in 'n wind van voor nie (Swain et al, 1988), sal die fietsryer wat teen die grootste absolute werkklas kan trap, teoreties die grootste voordeel hê tydens winderige toestande.

Die korrelasie tussen T_{vent} ($l \cdot min^{-1}$) en TT1 prestasie ($r = -0.57$, $p < 0.05$) vergelyk goed met dié van Zhou et al (1997)[$r = -0.60$, $p > 0.05$], maar is swakker as dié van Miller & Manfredi (1987)[$r = -0.76$, $p < 0.05$]. Die swak korrelasie tussen T_{vent} , uitgedruk as % VO_{2maks} , en TT1 klaarmaaktyd ($r = 0.45$, $p > 0.05$), is in ooreenstemming met die studie van Hopkins

& McKenzie (1994)[$r = 0.42$, $p > 0.05$], maar in teenstelling met die goeie korrelasies van Miller & Manfredi (1987)[$r = -0.83$, $p < 0.05$] en tot 'n mate Loftin & Warren (1994)[$r = -0.69$, $p < 0.05$].

Die absolute en relatiewe VO_{2maks} (uitgedruk as $l \cdot \text{min}^{-1}$ en $\text{ml} \cdot \text{kg} \cdot \text{min}^{-1}$) was die fisiologiese veranderlikes wat die beste met fietsryprestasie in TT1 gekorreleer het.

2.2. Die tweede 20 km padtydoets (TT2)

Ten spyte van die feit dat heelwat minder ryers TT2 afgelê het ($n = 12$), was die korrelasies tussen fietsryprestasie en relatiewe VO_{2maks} , W_{maks} en T_{vent} in goeie ooreenstemming tydens TT1 en TT2 ($r = -0.78$ vs -0.74 , $r = -0.55$ vs -0.58 , $r = -0.49$ vs -0.65 vir relatiewe VO_{2maks} , W_{maks} en T_{vent} onderskeidelik). In teenstelling hiermee kon die ryers se absolute VO_{2maks} en W_{maks} geen statisties beduidende verband toon met fietsryprestasie in TT2 nie ($r = -0.49$ en -0.54 , $p > 0.05$).

Aangesien TT1 en TT2 oor presies dieselfde terrein afgelê is, en die homogeniteit van die ryers se prestasie in die twee tydoetse feitlik dieselfde was ($KvV = 6.3\%$ en 6.4%), is dit onwaarskynlik dat die topografie of lengte van die veldtoets 'n rol gespeel het in die afwesigheid van 'n statisties beduidende verband tussen die ryers se absolute VO_{2maks} , W_{maks} , en prestasie in TT2. Aangesien die staanlengte en liggaamsgewig van die 18 ryers wat TT1 afgelê het, nie statisties beduidend verskil het van dié van die 12 ryers wat TT2 afgelê het nie ($p > 0.05$), was antropometriese verskille ook nie verantwoordelik vir die statisties nie-beduidende verband tussen absolute VO_{2maks} en W_{maks} , en prestasie in TT2 nie.

Beide die absolute en relatiewe T_{vent} het statisties betekenisvolle korrelasies met prestasie in TT2 getoon ($r = -0.61$ en -0.65 onderskeidelik, $p < 0.05$). Hierdie bevinding is in

ooreenstemming met dié van Zhou et al (1997) wat soortgelyke korrelasies tussen die absolute en relatiewe T_{vent} en prestasie in 'n 30 km padtydtoets gevind het ($r = -0.60$ en -0.58 onderskeidelik, $p > 0.05$). Soos tydens TT1, het die fietsryers se T_{vent} , uitgedruk as % VO_{2maks} , geen verband getoon met hul TT2 klaarmaaktyd nie ($r = 0.01$, $p > 0.05$).

3. Samevatting

Die tradisionele voorspellers van fietsryprestasie het 'n statisties beduidende verband getoon met prestasie in die vier veldtoetse, alhoewel beter korrelasies reeds in die literatuur gerapporteer is. Oor die algemeen het VO_{2maks} ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) die beste gekorreleer met fietsryprestasie, terwyl VO_{2maks} ($l \cdot min^{-1}$) slegs 'n statisties beduidende verband getoon het met prestasie in die B/S 103 ($r = -0.67$, $p < 0.01$) en TT1 ($r = -0.77$, $p < 0.01$). Die ryers se T_{vent} het statisties beduidend gekorreleer met prestasie, mits dit nie uitgedruk is as % VO_{2maks} nie. Uit die resultate word afgelei dat tradisionele voorspellers van fietsryprestasie ewe goed korreleer met prestasie in 'n 100+ km bondelwegspringwedren en prestasie in 'n 20km padtydtoets.

G. DIE VERBAND TUSSEN VO_2 EN f_H KINETIKA, EN UITHOUVERMOË OEFENINGSKAPASITEIT

Dit is welbekend dat die uithouvermoë oefeningskapasiteit van fietsryers goed korreleer met prestasie in die veld. Hierdie veranderlikes (VO_{2maks} , W_{maks} en T_{vent}), wat ook bekend staan as die tradisionele voorspellers van prestasie, kan egter slegs tydens 'n maksimale oefeningstoets akkuraat bepaal word. In teenstelling hiermee word VO_2 en f_H kinetika tydens 'n submaksimale oefeningstoets bereken, wat al die probleme en ongerief van 'n maksimale oefeningstoets uitskakel. Aangesien daar nog feitlik geen navorsing oor die gebruik van VO_2 en f_H kinetika in die voorspelling van fietsryprestasie gedoen is nie, moet die verband tussen die tradisionele voorspellers van fietsryprestasie en VO_2 en f_H kinetika eers ondersoek word.

1. Die VO_2 tydkonstantes

Alhoewel heelwat studies die verband tussen VO_2 kinetika en VO_{2maks} ondersoek het (Sady et al, 1983; Powers et al, 1985; Zhang et al, 1991; Koike et al, 1995; Chilibeck et al, 1996; Norris & Petersen, 1998; Regensteiner et al, 1998), is die verband tussen VO_2 kinetika, en die ander parameters van maksimale oefeningskapasiteit, nog grootliks onbekend. Sover bekend het slegs een studie tot dusver die verband tussen VO_2 kinetika en W_{maks} ondersoek (Koike et al, 1995), terwyl die korrelasie tussen VO_2 kinetika en T_{vent} nog onbekend is. In hierdie studie word die verband tussen die VO_2 tydkonstantes en VO_{2maks} , W_{maks} en T_{vent} tydens trapinsette onder en bo T_{vent} dus vir die eerste keer beskryf.

Heelwat studies het reeds getoon dat daar 'n inverse verband tussen VO_{2maks} en VO_2 kinetika bestaan, m.a.w. hoe hoër 'n persoon se VO_{2maks} , hoe vinniger is sy VO_2 kinetika (Powers et al, 1985; Zhang et al, 1991; Koike et al, 1995). Hierdie verband blyk waar te wees vir fiks en onfiks populasies. 'n Statisties beduidende korrelasie tussen VO_{2maks} en

VO₂ kinetika is reeds gevind by kompeterende fietsryers (Norris & Petersen, 1998), goed inge oefende baanatele (Powers et al, 1985), onaktiewe mans (Zhang et al, 1991) en kardiaale pasiënte (Koike et al, 1995). Dit blyk ook vanuit studies met jong en bejaarde persone (Babcock et al, 1994; Koike et al, 1995; Chilibeck et al, 1996) dat ouderdom geen invloed op bogenoemde verband het nie. Die statisties beduidende verband tussen VO_{2maks} en VO₂ kinetika blyk dus onafhanklik te wees van inoefeningstoestand en ouderdom. Alhoewel hierdie studie dus op jong, kompeterende fietsryers gedoen is, kan dit met omsigtigheid tot die breër populasie veralgemeen word.

Studies wat 'n statisties beduidende korrelasie tussen VO_{2maks} en VO₂ kinetika gevind het, het dikwels van verskillende wiskundige modelle gebruik gemaak om die VO₂ respons te pas. Zhang et al (1991) het VO₂ kinetika tydens 3 - minuut trapinsette beskryf as die tyd wat dit VO₂ neem om 75% van die trapinset eind-VO₂ te bereik. Powers et al (1985) het van VO₂ halftye gebruik gemaak, terwyl Koike et al (1995), Chilibeck et al (1996), Norris & Petersen (1998) en Regensteiner et al (1998) VO₂ kinetika m.b.v. tydkonstantes beskryf het. Met die uitsondering van een studie (Zhang et al, 1991), het die passing van die VO₂ respons in die huidige studie goed ooreengestem met dié van bogenoemde studies.

Vanuit die literatuur is dit onduidelik of die grootte van die werkklas (onder of bo T_{vent}) 'n invloed op die verband tussen VO₂ kinetika en VO_{2maks} het. Sover bekend het slegs een studie (Zhang et al, 1995) die verband tussen VO_{2piek} en VO₂ kinetika tydens werklaste onder T_{An} (~25% VO_{2piek} en ~50% VO_{2piek}) en bo T_{An} (~75% VO_{2piek} en ~100% VO_{2piek}) ondersoek. Alhoewel die navorsers die beste korrelasie tussen VO_{2piek} en VO₂ kinetika tydens die hoogste trapinset gevind het (r = -0.90, p < 0.05), was die korrelasie tydens die lae trapinset (~50% VO_{2piek}) feitlik net so goed (r = -0.84, p < 0.01). Die verband tussen VO_{2piek} en VO₂ kinetika was egter nie statisties beduidend tydens die trapinset van ~ 75% VO_{2piek} nie (r = -0.64, p > 0.05). Laasgenoemde resultate kan die gevolg van 'n enkele uitskieter gewees het, want nadat een proefpersoon uit die verwerkings weggelaat is, het die korrelasie verhoog tot -0.84, en was die verband statisties betekenisvol (p < 0.05).

In die huidige studie kon daar slegs tydens die lae trapinset ($\sim 50\% \text{VO}_{2\text{maks}}$) 'n statisties beduidende verband tussen $\text{VO}_{2\text{maks}}$ ($\ell \cdot \text{min}^{-1}$) en die VO_2 tydkonstante tydens die op-respons gevind word, en wel tydens die eerste toetsgeleentheid ($r = -0.63$, $p < 0.01$). Norris & Petersen (1998) het 'n soortgelyke korrelasie tussen hul kompeterende fietsryers se $\text{VO}_{2\text{maks}}$ ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) en hul tydkonstantes tydens die op-respons gevind ($r = -0.59$, $p < 0.05$). Aangesien die proefpersone van albei studies i) kompeterende fietsryers was, ii) die trapinset oefening teen dieselfde absolute werkklas afgelê het ($\sim 150 \text{ W}$) en iii) homogeen was t.o.v. $\text{VO}_{2\text{maks}}$ ($\text{KvV} \sim 12\%$), is dit nie verbasend dat die korrelasies ongeveer dieselfde was nie.

Powers et al (1985) het 'n heelwat sterker verband tussen $\text{VO}_{2\text{maks}}$ en VO_2 kinetika by inge oefende baanatlete gevind ($r = -0.80$, $p < 0.05$). Die atlete het 'n 6-minuut trapinset teen dieselfde relatiewe oefeningsintensiteit as die fietsryers in hierdie studie afgelê ($50\% \text{VO}_{2\text{maks}}$). Bogenoemde studie was ook in goeie ooreenstemming met die huidige studie t.o.v. die homogeniteit van die proefpersone se $\text{VO}_{2\text{maks}}$ ($\text{KvV} = 14\%$ vs 12%) en die reikwydte van hul VO_2 tydkonstantes ($22 - 36 \text{ s}$ vs $16 - 36 \text{ s}$) onderskeidelik. Ten spyte van hierdie ooreenkomste, en die feit dat die huidige studie twee maal meer proefpersone ingesluit het ($n = 21$ vs $n = 10$), was die korrelasie koëffisiënt van hierdie studie swakker as dié van Powers et al (1985).

Chilibeck et al (1996) het 'n sterk verband tussen $\text{VO}_{2\text{maks}}$ ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) en VO_2 kinetika by 16 jong persone gevind ($r = -0.85$, $p < 0.01$). Die rede vir hierdie sterk verband lê waarskynlik by die heterogeniteit van die persone t.o.v. hul VO_2 tydkonstantes ($\text{KvV} = 34\%$). Regensteiner et al (1998) kon egter met 'n groep ondergewig, oorgewig en diabetes proefpersone nie 'n sterk verband toon tussen $\text{VO}_{2\text{maks}}$ en VO_2 kinetika nie, ten spyte van die groep se heterogeniteit t.o.v. VO_2 tydkonstantes en aërobiese potensiaal. Die korrelasie tussen $\text{VO}_{2\text{maks}}$ en VO_2 kinetika was egter deurgaans statisties beduidend tydens die trapinset van 20W ($r = -0.36$, $p < 0.05$), 30W ($r = -0.38$, $p < 0.05$) en 80W ($r = -0.38$, $p < 0.05$).

Die fisiologiese verklaring vir die inverse verband tussen $VO_{2\text{maks}}$ en VO_2 kinetika, soos ook verkry in hierdie studie ($r = -0.63$, $p < 0.01$) lê waarskynlik by die vervoer van suurstof na die skeletspiere en die aanwending van suurstof deur die skeletspiere (Powers et al, 1985). Die styging van VO_2 met die aanvang van matige oefening is die gevolg van i) 'n styging in ADP en anorganiese fosfate wat lei tot 'n verhoging in oksidatiewe fosforilasie in die mitochondria, ii) 'n verhoogde bloedtoevoer na die werkende spiere en iii) die desaturasie van spier oksimioglobien. Aangesien 'n hoë $VO_{2\text{maks}}$ verband hou met 'n verhoogde sirkulatoriese kapasiteit, het die persoon met 'n hoë $VO_{2\text{maks}}$ 'n verhoogde bloedtoevoer na die werkende spiere, en dus 'n vinniger VO_2 respons met die aanvang van oefening.

Dit is reeds gevind dat persone met 'n hoë $VO_{2\text{maks}}$ 'n hoër persentasie tipe I vesels as persone met 'n lae $VO_{2\text{maks}}$ het (Barstow et al, 1996). Aangesien hierdie vesels 'n hoë oksidatiewe potensiaal het, is die oksidatiewe kapasiteit van die werkende spiere hoër in persone met 'n hoë $VO_{2\text{maks}}$. Sodoende word 'n vinniger VO_2 respons geïnduseer.

In hierdie studie kon geen statisties beduidende verband tussen $VO_{2\text{maks}}$ en VO_2 kinetika tydens die af-respons gevind word nie. Dit het gegeld vir beide die lae en hoë trapinset in November '98 en Maart '99. In teenstelling hiermee het Koike et al (1995) 'n statistiese beduidende verband tussen $VO_{2\text{maks}}$ en VO_2 kinetika tydens die op-respons ($r = -0.67$, $p < 0.01$) en die af-respons gevind ($r = -0.63$, $p < 0.01$). In die huidige studie was daar geen statisties beduidende korrelasie tussen die VO_2 op- en af-response tydens die lae trapinset ($r = -0.19$ en -0.03) of die hoë trapinset ($r = 0.01$ en 0.12) vir die twee toetsgeleenthede onderskeidelik nie. Hierdie afwesigheid van 'n patroon in die VO_2 op-en af-kinetika is in ooreenstemming met aanduidings vanuit die literatuur dat die fisiologiese meganismes vir die twee response waarskynlik verskil (sien bl. 136).

Die verband tussen VO_2 kinetika en W_{maks} is sover bekend slegs deur Koike et al (1995) ondersoek, waar 'n statisties beduidende korrelasie gerapporteer is tydens die VO_2 op-respons ($r = -0.66$, $p < 0.01$) en die VO_2 af-respons ($r = -0.54$, $p < 0.01$). Hierdie korrelasie

was egter te wagte, aangesien die studie uit 'n gemengde steekproef van kardiële pasiënte ($n = 34$) en gesonde middeljarige persone ($n = 14$) bestaan het, en wat gevolglik heterogeen was t.o.v. W_{maks} . Die proefpersone het die trapinset oefening teen dieselfde absolute werkklas afgelê, en gevolglik het die persone met die hoogste W_{maks} (wat die minste belaaie is tydens die trapinset oefening) die vinnigste VO_2 kinetika gehad. In die huidige studie is 'n soortgelyke korrelasie tussen die fietsryers se VO_2 op-respons en W_{maks} tydens die lae trapinset gevind ($r = -0.66$, $p < 0.01$), ten spyte van die homogeniteit van die groep t.o.v. W_{maks} ($KvV = 8.8\%$), en die feit dat die ryers die trapinset oefening teen dieselfde relatiewe oefeningsintensiteit afgelê het.

Tot dusver dui die resultate daarop dat 'n hoë W_{maks} verband hou met 'n vinnige VO_2 op-respons tydens 'n lae trapinset. Hierdie resultate is in ooreenstemming met die verband tussen $VO_{2\text{maks}}$ ($\ell \cdot \text{min}^{-1}$) en VO_2 op-kinetika tydens die lae trapinset ($r = -0.63$, $p < 0.01$). Die feit dat daar 'n sterk verband was tussen die fietsryers se $VO_{2\text{maks}}$ ($\ell \cdot \text{min}^{-1}$) en W_{maks} tydens die eerste toetsgeleentheid ($r = 0.83$, $p < 0.01$), verklaar waarskynlik waarom hierdie twee veranderlikes ewe goed gekorreleer het met VO_2 kinetika.

Die positiewe korrelasie tussen W_{maks} en die VO_2 af-respons tydens die lae trapinset van die tweede toetsgeleentheid ($r = 0.57$, $p < 0.05$), is in teenstelling met die resultate van eerste toetsgeleentheid en dié van Koike et al (1995). Aangesien hierdie korrelasie teenstrydig is met die literatuur, en nie voorgekom het tydens die eerste toetsing nie, was dit waarskynlik 'n toevalsbevinding. Dit is onwaarskynlik dat die ryers met die hoogste W_{maks} die stadigste VO_2 af-kinetika besit.

Tabel 25 toon dat $W_{\text{maks}} \cdot \text{kg}^{-1}$ slegs met die VO_2 af-respons van die hoë trapinset tydens die tweede toetsgeleentheid statisties beduidend gekorreleer het ($r = -0.63$, $p < 0.01$). Alhoewel $W_{\text{maks}} \cdot \text{kg}^{-1}$ ook tydens die eerste toetsgeleentheid die sterkste verband met die VO_2 af-kinetika tydens die hoë trapinset getoon het, was die verband nie statisties beduidend nie ($r = -0.37$, $p > 0.05$). Die groter interpersoonlike variasie in die VO_2 af-

respons tydens die tweede toetsgeleentheid, in vergelyking met die eerste toetsgeleentheid ($KvV = 16.3\%$ vs 9.4%) is moontlik die rede vir die sterker korrelasie in Maart '99. Dit blyk dus dat die VO_2 van ryers met 'n hoë relatiewe W_{maks} gouer herstel na 'n trapinset bo T_{vent} , as dié van ryers met 'n lae $W_{maks} \cdot kg^{-1}$.

Tydens die eerste toetsgeleentheid het T_{vent} ($l \cdot min^{-1}$) statisties beduidend gekorreleer met die VO_2 op-kinetika tydens die lae trapinset ($r = -0.55$, $p < 0.05$). Hierdie korrelasie stem ooreen met die verband wat daar tussen die ander maksimale fisiologiese veranderlikes (VO_{2maks} en W_{maks}) en VO_2 op-kinetika tydens die lae trapinset van die eerste toetsgeleentheid gevind is (tabel 21). Aangesien daar 'n sterk verband tussen VO_{2maks} ($l \cdot min^{-1}$), W_{maks} en T_{vent} ($l \cdot min^{-1}$) bestaan (tabel 8), is hierdie bevinding te wagte. Tydens die eerste toetsgeleentheid was die VO_2 op-respons tydens die lae trapinset die enigste kinetiese parameter wat 'n verband getoon het met die groep se maksimale oefeningskapasiteit.

Tydens die tweede toetsgeleentheid is 'n statisties beduidende korrelasie tussen T_{vent} ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) en die VO_2 af-respons tydens die hoë trapinset gevind ($r = -0.54$, $p < 0.05$). Hierdie korrelasie stem goed ooreen met die verband wat tussen $W_{maks} \cdot kg^{-1}$ en bogenoemde tydkonstante gevind is ($r = -0.63$, $p < 0.01$). Die sterk verband wat tussen T_{vent} ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) en $W_{maks} \cdot kg^{-1}$ ($r = 0.84$, $p < 0.01$) tydens die tweede toetsgeleentheid gevind is (tabel 9), verklaar die ooreenstemming in die korrelasies.

Opsommend wil dit blyk dat VO_2 kinetika, soos gemeet tydens die op-respons van die lae trapinset in November '98 en die af-respons van die hoë trapinset in Maart '99, 'n statisties beduidende verband toon met die uithouvermoë oefeningspotensiaal van die ryers in hierdie studie. Dit wil voorkom asof 'n hoë VO_{2maks} , W_{maks} en T_{vent} verband hou met 'n vinnige VO_2 kinetika tydens werklaste bo en onder T_{vent} . Alhoewel die fisiologiese meganismes vir hierdie bevinding nog nie duidelik is nie, blyk dit dat 'n verhoogde sirkulatoriese kapasiteit en oksidatiewe potensiaal van persone met 'n hoë uithouvermoë

oefeningspotensiaal moontlike die rede kan wees. Aangesien die ryers met 'n hoë VO_{2maks} , ook 'n hoë W_{maks} en T_{vent} getoon het (tabel 8 en 9), is dit te wagte dat VO_2 kinetika met hierdie tradisionele veranderlikes korreleer.

2. ΔVO_2 ($ml.min^{-1}$)

Sover bekend het geen ander studie tot dusver die verband tussen ΔVO_2 en uithouvermoë oefeningskapasiteit ondersoek nie. Tabel 23 en 27 toon dat die persone met die hoogste absolute VO_{2maks} , W_{maks} en T_{vent} , die grootste ΔVO_2 aangeteken het. Hierdie verwantskap was veral tydens die hoë trapinset duidelik ($r = 0.73 - 0.85$), terwyl 'n swakker verband tussen bogenoemde veranderlikes tydens die lae trapinset gevind is ($r = 0.45 - 0.68$).

Tydens beide trapinset oefeningstoetse is elke trapinset voorafgegaan deur dieselfde absolute werkklas, nl. 65 W. Met die aanvang van die hoë trapinset is die fietsryers se kardiovaskulêre sisteem teen dieselfde relatiewe oefeningsintensiteit belaa. Vir die ryers met 'n hoë absolute VO_{2maks} was hierdie oefeningsintensiteit egter teen 'n hoër absolute VO_2 as vir die ryers met 'n laer absolute VO_{2maks} . Aangesien ΔVO_2 uitgedruk is as die absolute verandering in VO_2 ($ml.min^{-1}$), het die persone met die hoogste absolute VO_{2maks} dus ook die grootste ΔVO_2 aangeteken (figuur 17).

Alhoewel die korrelasies tussen ΔVO_2 en VO_{2maks} ($l.min^{-1}$) tydens die lae trapinset ook statisties beduidend was tydens die twee toetsgeleenthede ($r = 0.57 - 0.67$), was die verband nie so sterk soos tydens die hoë trapinset nie ($r = 0.75 - 0.85$). 'n Oefeningsintensiteit van $\sim 50\% VO_{2maks}$ was waarskynlik nie hoog genoeg om die fietsryers met die hoër aërobiese potensiaal te bevoordeel nie.

Die afwesigheid van 'n statisties beduidende verband tussen ΔVO_2 en relatiewe VO_{2maks} ($ml.kg^{-1}.min^{-1}$) tydens die lae trapinset, en die matige korrelasie van bogenoemde

veranderlikes tydens die hoë trapinset ($r = 0.53 - 0.55$), verleen steun aan die vermoede dat die goeie korrelasies tussen ΔVO_2 en absolute VO_{2maks} waarskynlik slegs weens die eenderse uitdrukking van VO_2 was. Aangesien persone met 'n hoë absolute VO_{2maks} nie noodwendig 'n hoë relatiewe VO_{2maks} het nie (soos gesien met die statisties onbeduidende korrelasie tussen bg. veranderlikes tydens die tweede toetsing, $r = 0.43$, $p > 0.05$), is dit vanselfsprekend dat die korrelasie tussen ΔVO_2 ($m\ell.min^{-1}$) en VO_{2maks} ($m\ell.kg^{-1}.min^{-1}$) waarskynlik nie so sterk sal wees soos dié tussen ΔVO_2 ($m\ell.min^{-1}$) en VO_{2maks} ($\ell.min^{-1}$) nie.

Tabel 23 en 27 toon dat die verband tussen ΔVO_2 en VO_{2maks} ($\ell.min^{-1}$) tydens die op- en af-response in goeie ooreenstemming was tydens die hoë trapinset van die eerste ($r = 0.85$ en 0.82) en tweede toetsgeleentheid ($r = 0.75$ en 0.75). Hierdie bevinding kan toegeskryf word aan die goeie korrelasies tussen ΔVO_2 tydens die op- en af-response van die hoë trapinset ($r = 0.99$, $p < 0.01$ tydens beide toetsgeleenthede). 'n Soortgelyke verband is ook tydens die lae trapinset tussen die op- en af-response van ryers se ΔVO_2 waargeneem ($r = 0.97$ en 0.95 vir die eerste en tweede toetsgeleentheid, $p < 0.01$).

Die verband tussen ΔVO_2 en W_{maks} , en ΔVO_2 en T_{vent} ($\ell.min^{-1}$) het dieselfde patroon i.t.v. die grootte en rigting van die korrelasie gevolg as dié tussen ΔVO_2 en VO_{2maks} ($\ell.min^{-1}$) (tabel 23 en 27). Aangesien daar egter 'n sterk statisties beduidende verband tussen VO_{2maks} ($\ell.min^{-1}$) en W_{maks} ($r = 0.83$ en 0.89 vir die eerste en tweede toetsgeleentheid, $p < 0.01$) en VO_{2maks} ($\ell.min^{-1}$) en T_{vent} ($\ell.min^{-1}$) [$r = 0.83$ en 0.91 vir die eerste en tweede toetsgeleentheid, $p < 0.01$] bestaan, was hierdie bevinding te wagte. In ooreenstemming met die verband tussen ΔVO_2 en VO_{2maks} ($m\ell.kg^{-1}.min^{-1}$), was die verband tussen ΔVO_2 en W_{maks} ($m\ell.kg^{-1}.min^{-1}$), en ΔVO_2 en T_{vent} ($m\ell.kg^{-1}.min^{-1}$) nie statisties beduidend nie.

Opsommend blyk dit dat ΔVO_2 goed gekorreleer het met die uithouvermoë oefeningspotensiaal van die ryers, solank VO_{2maks} , W_{maks} en T_{vent} in absolute terme uitgedruk is. Die rede hiervoor lê waarskynlik by die uitdrukking van ΔVO_2 in absolute terme ($m\ell.min^{-1}$). Indien ΔVO_2 uitgedruk sou word as $m\ell.kg^{-1}.min^{-1}$, sou die omgekeerde

waarskynlik waar gewees het, met slegs relatiewe VO_{2maks} , W_{maks} ($W_{maks} \cdot kg^{-1}$) en T_{vent} wat statisties beduidend sou korreleer met ΔVO_2 . Die sterk verband tussen die ryers se absolute VO_{2maks} , W_{maks} en T_{vent} ($r = 0.83 - 0.91$) is waarskynlik die verklaring vir die eenderse korrelasies wat tussen ΔVO_2 en bogenoemde veranderlikes gevind is.

3. Die f_H tydkonstantes

Weinig studies het tot dusver die verband tussen f_H kinetika en VO_{2maks} ondersoek, terwyl die verband tussen f_H kinetika en die ander parameters van uithouvermoë oefeningspotensiaal (W_{maks} en T_{vent}) nog onbekend is. Regensteiner et al (1998) het 'n statisties beduidende verband getoon tussen die f_H tydkonstantes en VO_{2maks} van 'n gemengde steekproef van ondergewig dames, oorgewig dames en dames met tipe II diabetes ($r = -0.59, -0.45$ en -0.60 vir werklaste van 20W, 30W en 80W onderskeidelik, $p < 0.05$). Bunc et al (1988) het ook 'n statisties beduidende verband tussen die f_H halftye en VO_{2maks} van goed inge oefende roeiers ($r = -0.87, p < 0.01$) en onfiks studente ($r = -0.73, p < 0.01$) gevind. Dit blyk dus dat 'n hoë VO_{2maks} verband hou met 'n vinnige f_H kinetika. Hierdie verband blyk nie afhanklik te wees van die inoefeningstoestand van die proefpersone nie.

In die huidige studie kon geen statisties beduidende verband tussen die ryers se f_H kinetika en VO_{2maks} gevind word nie. Anders as in die studie van Regensteiner et al (1998) en Bunc et al (1988), het die ryers in hierdie studie die trapinset oefeninge teen dieselfde oefeningsintensiteit ($\sim 50\% VO_{2maks}$ en $\sim 88\% VO_{2maks}$) afgelê. Linnarsson (1974) het gevind dat die gemiddelde responstyd van f_H vertraag word met 'n styging in die oefeningsintensiteit. Aangesien Regensteiner et al (1998) hul proefpersone, wat baie heterogeen was t.o.v. aërobieese potensiaal, teen dieselfde absolute werklaste laat oefen het, het die persone met 'n hoë VO_{2maks} die trapinset waarskynlik teen 'n ligter relatiewe oefeningsintensiteit afgelê. Net so het die relatiewe werkklas [$2W \cdot kg^{-1}$] van Bunc et al waarskynlik die persone met die hoogste relatiewe VO_{2maks} die minste belaa. Dit is dus

moontlik dat die goeie korrelasies wat Regensteiner et al en Bunc et al tussen f_H kinetika en VO_{2maks} gevind het, die gevolg was van verskille in die persone se oefeningsintensiteite tydens die trapinset oefeninge.

Behalwe vir die trapinset oefeningsintensiteite, was die opwarmingsoefeninge in bogenoemde studies ook nie dieselfde nie. Bunc et al (1988) het die trapinset oefening vanaf rus begin, terwyl Regensteiner et al (1998) se proefpersone die trapinset oefening begin het vanaf weerstandlose (0 W) fietstrap. In teenstelling hiermee het die ryers van hierdie studie die trapinset oefening begin vanaf 'n absolute werkklas van 65 W, wat gelykstaande was aan 'n oefeningsintensiteit van $\sim 30\%$ VO_{2maks} . Dit is reeds aangetoon dat die f_H response verskillend is indien die trapinset voorafgegaan word deur rus of ligte oefening (Hughson & Morrissey, 1983; Yoshida et al, 1995). Dit is dus moontlik dat hierdie metodologiese verskille die f_H response, en dus die korrelasie tussen f_H kinetika en VO_{2maks} , kon beïnvloed.

In teenstelling met VO_{2maks} en W_{maks} , het T_{vent} statisties beduidend gekorreleer met f_H kinetika. Tydens die tweede toetsgeleentheid het die f_H op-respons tydens die lae trapinset en die f_H op-respons tydens die hoë trapinset statisties beduidend gekorreleer met die relatiewe T_{vent} ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) [$r = -0.64$, $p < 0.01$] en die absolute T_{vent} ($l \cdot min^{-1}$) [$r = -0.54$, $p < 0.05$] onderskeidelik. Aangesien bogenoemde twee tydkonstantes statisties beduidend met mekaar gekorreleer het ($r = 0.69$, $p < 0.01$), was die ooreenstemming in hul verband met T_{vent} te wagte.

Met die uitsondering van T_{vent} , was daar geen statisties beduidende verband tussen f_H kinetika en die tradisionele voorspellers van fietsryprestasie nie. Hierdie bevinding is in teenstelling met ander studies wat wel 'n verband tussen f_H kinetika en VO_{2maks} gevind het. Metodologiese verskille in die trapinset oefeningstoetse (oefeningsintensiteit en die gebruik van opwarmingsoefeninge) is moontlik verantwoordelik vir die teenstrydige bevindinge.

4. Δf_H (s.min⁻¹)

Dit is welbekend dat 'n styging in f_H vanaf 60 - 100 s.min⁻¹ hoofsaaklik die gevolg is van die onttrekking van die inhibitoriese parasimpatiese invloed, terwyl 'n styging in f_H vanaf 100 - 140 s.min⁻¹ meerendeels die gevolg is van 'n verhoogde simpatiese aktiwiteit (Linnarsson, 1974, Hughson, 1990). Aangesien die gemiddelde f_H van die ryers in hierdie studie voor die aanvang van die lae en hoë trapinset onderskeidelik ~107 en 115 s.min⁻¹ was, was Δf_H tydens die lae en hoë trapinset hoofsaaklik die gevolg van 'n verhoogde simpatiese aktiwiteit.

In teenstelling met ΔVO_2 , het Δf_H bykans uitsluitlik statisties beduidend gekorreleer met die relatiewe VO_{2maks} , W_{maks} en T_{vent} (tabel 24 en 28). Hierdie bevinding was egter verwagte aangesien daar geen statisties beduidende korrelasie tussen ΔVO_2 en Δf_H tydens die verskillende trapinsette en toetsgeleentheid was nie ($p > 0.05$). Die enigste uitsondering was egter tydens die op-respons van die lae trapinset, waar ΔVO_2 en Δf_H statisties beduidend gekorreleer het tydens die eerste ($r = 0.55$, $p < 0.05$) en tweede toetsgeleentheid ($r = 0.59$, $p < 0.05$). Indien ΔVO_2 dus in ml.kg⁻¹.min⁻¹ uitgedruk sou word, sou daar waarskynlik goeie ooreenstemming tussen die korrelasies van ΔVO_2 en Δf_H met VO_{2maks} , W_{maks} en T_{vent} wees.

Alhoewel die literatuur toon dat daar 'n noue verwantskap tussen die kinetika van f_H en VO_2 tydens oefening bestaan (Davies et al, 1972; Hughson & Morrissey, 1983; Bunc et al, 1988; Zhang et al, 1991; Chilibeck et al, 1996), was die verband tussen Δf_H en VO_{2maks} , W_{maks} en T_{vent} heelwat swakker as dié tussen ΔVO_2 en uithouvermoë oefeningskapasiteit. Dit moet egter in gedagte gehou word dat fietsryers se Δf_H nie 'n meting van hul f_H kinetika *per se* is nie, maar wel van die amplitude van die f_H respons tydens 'n trapinset oefeningstoets. Die spoed van die f_H respons kan wel 'n invloed hê op die amplitude van die f_H af-respons na afloop van 'n trapinset bo T_{vent} .

Dit was interessant dat die persone se Δf_H geen verband getoon het met hul aërobiese potensiaal, uitgedruk in absolute waardes nie. Tog kon 'n matige verband gesien word tussen die fietsryers se Δf_H en hul relatiewe W_{maks} ($W_{maks} \cdot \text{kg}^{-1}$) en T_{vent} ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$). Dit blyk dus dat 'n hoë relatiewe aërobiese potensiaal verband hou met 'n groter Δf_H tydens 'n lae en hoë trapinset.

5. Samevatting

In ooreenstemming met die literatuur, is 'n statisties beduidende verband tussen die tradisionele voorspellers van fietsryprestasie en VO_2 kinetika gevind. Dit wil dus voorkom asof 'n vinnige VO_2 kinetika verband hou met 'n hoë VO_{2maks} , W_{maks} en T_{vent} , waarskynlik a.g.v. 'n verhoogde sirkulatoriese en oksidatiewe kapasiteit by persone met 'n hoë uithouvermoë kapasiteit. In teenstelling met die literatuur kon geen statisties beduidende verband tussen f_H kinetika en VO_{2maks} gevind word nie, alhoewel T_{vent} wel statisties beduidend gekorreleer het met f_H kinetika. Oor die algemeen was die verband tussen die tradisionele voorspellers van fietsryprestasie en VO_2 en f_H kinetika nie oortuigend nie, ten spyte van statisties beduidende korrelasies met sekere tydkonstantes.

In teenstelling met VO_2 en f_H kinetika, het die tradisionele voorspellers van fietsryprestasie 'n sterk statisties beduidende verband met ΔVO_2 getoon, veral tydens die hoë trapinset oefeninge ($r = 0.73 - 0.85$, $p < 0.01$). Δf_H het ook statisties beduidend gekorreleer met VO_{2maks} , W_{maks} en T_{vent} , alhoewel die verband nie so sterk was soos dié tussen ΔVO_2 en die tradisionele voorspellers van fietsryprestasie nie.

H. DIE VERBAND TUSSEN VO_2 EN f_H KINETIKA, EN FIETSRYPRESTASIE

Sportwetenskaplikes is gedurig besig om oefeningsprotokolle te ondersoek wat goed korreleer met prestasie, sensitief is vir veranderinge in die atleet se inoefeningstoestand, en nie 'n maksimale poging van die atleet verg nie. Aangesien die bepaling van VO_2 en f_H kinetika nie afhanklik is van 'n maksimale poging van die atleet nie, en studies reeds getoon het dat VO_2 en f_H kinetika sensitief is vir klein veranderinge in inoefeningstoestand (Hagberg et al, 1980; Babcock et al, 1994; Norris & Petersen, 1998), hou die gebruik van VO_2 en f_H kinetika baie potensiaal in vir afrigters en sportfisioloë. Hierteenoor is die verband tussen VO_2 en f_H kinetika, en prestasie nog grootliks onbekend. In hierdie opsig lewer hierdie studie 'n belangrike bydrae tot die literatuur, aangesien die verband tussen VO_2 en f_H kinetika, en fietsryprestasie tydens vier veldtoetse ondersoek is.

1. Die VO_2 tydkonstantes en die bondelwegspringwedrenne

Sover bekend het geen studie tot dusver die verband tussen VO_2 tydkonstantes en fietsryprestasie in 'n bondelwegspringwedren ondersoek nie. Weens die dinamiese aard van 'n bondelwegspringwedren, waar 'n fietsryer dikwels moet versnel om 'n wegbreekpoging te inisieer of 'n gaping toe te ry, bestaan die vermoede dat die fietsryer met 'n vinnige VO_2 kinetika makliker sal aanpas tydens, en herstel na afloop van so 'n verhoging in die werkklas, as die fietsryer met 'n stadiger VO_2 kinetika.

Aangesien die oefeningsintensiteit van kompeterende fietsryers tydens bondelwegspringwedrenne in die omgewing van 66 - 71 % VO_{2maks} is (Palmer et al, 1994), en wegbreekpogings dikwels maksimale en soms supramaksimale inspanning vereis, is verwag dat daar veral tydens die hoë trapinset 'n verband sou bestaan tussen die VO_2 tydkonstantes en fietsryprestasie in die bondelwegspringwedrenne. Die resultate het egter

nie hierdie vermoede ondersteun nie. Alhoewel die VO_2 af-kinetika tydens die hoë trapinset byna statisties beduidend gekorreleer het met prestasie in die Argus 105 ($r = 0.55$, $p = 0.07$), was daar geen statisties beduidende verband tussen VO_2 kinetika tydens die hoë trapinset en prestasie in die B/S 103 nie ($r = 0.23$ en 0.26 vir die op- en af-respons onderskeidelik, $p > 0.05$).

Die enigste veranderlike wat wel statisties beduidend met prestasie in 'n bondelwegspringwedren gekorreleer het, was die VO_2 op-respons tydens die lae trapinset, en wel met prestasie in die B/S 103 ($r = 0.46$, $p < 0.05$). Die af-respons tydens hierdie trapinset het egter nie statisties beduidend gekorreleer met prestasie in die B/S 103 nie ($r = 0.31$, $p > 0.05$). Net so kon VO_2 kinetika tydens die lae trapinset geen statisties beduidende verband toon met prestasie in die Argus 105 nie ($r = -0.35$ en 0.24 vir die op- en af-respons onderskeidelik, $p > 0.05$). Dit wil dus voorkom asof die grootte van die trapinset (onder of bo T_{vent}) geen invloed gehad het op die verband tussen VO_2 kinetika en prestasie in die bondelwegspringwedren nie.

Die twee tydkonstantes wat die sterkste verband getoon het met prestasie in die bondelwegspringwedrenne, was die VO_2 op-respons tydens die lae trapinset van die eerste toetsgeleentheid ($r = 0.46$, $p < 0.05$) en die VO_2 af-respons tydens die hoë trapinset van die tweede toetsgeleentheid ($r = 0.55$, $p = 0.07$). Hierdie twee veranderlikes was ook die enigste VO_2 tydkonstantes wat 'n statistiese beduidende inverse verband met die ryers se uithouvermoë oefeningskapasiteit getoon het (tabel 21 en 25). Dit blyk dus dat hierdie twee tydkonstantes meer sensitief as die ander tydkonstantes was vir die fietsryers se prestasie in bondelwegspringwedrenne en hul uithouvermoë oefeningskapasiteit.

Dit is egter onwaarskynlik dat daar 'n fisiologiese verklaring vir bogenoemde bevinding bestaan. Indien daar 'n onderliggende fisiologiese meganisme betrokke was, sou die VO_2 af-respons tydens die hoë trapinset van die eerste toetsgeleentheid en die VO_2 op-respons tydens die lae trapinset van die tweede toetsgeleentheid ook dieselfde sensitiwiteit vir die

ryers se prestasie en uithouvermoë oefeningskapasiteit getoon het. Geen statisties beduidende verband is egter tussen bogenoemde veranderlikes gevind nie.

Die mees waarskynlike verklaring vir bogenoemde bevinding lê by die monsterring van VO_2 tydens die trapinset oefeningstoetse. Aangesien hierdie studie nie van 'n asemteug-tot-asemteug metaboliese sisteem gebruik gemaak het nie, is die gemiddelde VO_2 slegs elke 2 - 3 sekondes bereken. Aangesien die verskille in die groep se VO_2 kinetika dikwels slegs met 'n paar sekondes verskil het, is dit dus moontlik dat die verskil in die ryers se VO_2 kinetika dikwels deur die onsensitiewe meetinstrument verberg is. Aangesien die heterogeniteit in die groep se VO_2 op-respons tydens die lae trapinset van die eerste toetsgeleentheid (KvV = 16.5%) en die VO_2 af-respons tydens die hoë trapinset van die tweede toetsgeleentheid (KvV = 16.0%) oor die algemeen hoër was as dié van die ander tydkonstantes (KvV = ~ 11%), is dit minder beïnvloed deur die onsensitiewe meetinstrument.

Aangesien heelwat minder ryers aan die Argus 105 as aan die B/S 103 deelgeneem het ($n = 12$ vs 21), was dit te wagte dat daar slegs tydens die B/S 103 'n statisties beduidende verband tussen VO_2 kinetika en prestasie was ($r = 0.46$, $p < 0.05$). Die prestasie van die fietsryers in die Argus 105 was meer homogeen as tydens die B/S 103 (KvV = 4.2% vs 7.6%), wat dit dus moeiliker gemaak het om 'n statisties beduidende verband te toon met VO_2 kinetika ten spyte van 'n sterker korrelasie ($r = 0.55$, $p = 0.07$ en $r = 0.46$, $p < 0.05$).

Die vermoede dat die ryers met die vinnigste VO_2 kinetika ook die beste sal presteer in die bondelwegspringwedrenne, berus op die veronderstelling dat die kardiovaskulêre stelsels van die ryers in hierdie wedrenne gedurig blootgestel word aan skielike veranderinge in die oefeningsintensiteit. Daar is egter geen manier om vas te stel of dit wel die geval was nie, aangesien die ryers se VO_2 en f_H nie tydens die bondelwegspringwedrenne gemonitor is nie. Aangesien beide bondelwegspringwedrenne deur baie deelnemers afgelê is wat in groot bondels weggespring het (~150 - 2000 persone per bondel), is dit moontlik dat

sommige proefpersone (indien nie almal nie) gedurig in groot bondels gery het waar die spoed van die bondel nie baie gewissel het nie. In so 'n geval sou dit dus verklaar waarom daar geen statistiese beduidende verband tussen VO_2 kinetika en prestasie bestaan nie.

Aangesien die fietsryers se uithouvermoë oefeningskapasiteit (VO_{2maks} , W_{maks} en T_{vent}) wel statisties beduidend gekorreleer het met prestasie in beide bondelwingspringwedrenne, en soms selfs 'n sterk verband getoon het ($r = -0.78$, $p < 0.01$), was die bondelwingspringwedrenne dus in staat om te onderskei tussen persone met hoë en lae uithouvermoë oefeningskapasiteit. Hoewel hierdie bevinding nie bewys dat die ryers se oefeningsintensiteit gedurig verander het tydens die bondelwingspringwedrenne nie, dui dit daarop dat die tradisionele voorspellers van fietsryprestasie beter gekorreleer het met prestasie in die bondelwingspringwedrenne as VO_2 kinetika.

Opsommend blyk dit dat VO_2 tydkonstantes nie goed gekorreleer het met prestasie in die bondelwingspringwedrenne nie. Alhoewel dit moontlik is dat bondelwingspringwedrenne nie 'n persoon met 'n vinnige VO_2 kinetika bevoordeel nie, blyk dit onwaarskynlik te wees, aangesien hierdie wedrenne wel tussen persone met 'n hoë en lae uithouvermoë oefeningskapasiteit (VO_{2maks} , W_{maks} en T_{vent}) kon onderskei.

Slegs twee tydkonstantes, die op-kinetika tydens die lae trapinset van die eerste toetsgeleentheid en die af-kinetika tydens die hoë trapinset van die tweede toetsgeleentheid, het wel 'n verband getoon met prestasie in die bondelwingspringwedrenne ($r = 0.46$, $p < 0.05$ en $r = 0.55$, $p = 0.07$). Indien die meetinstrument van VO_2 tydens die oefeningstoetse meer sensitief was, kon daar moontlik 'n sterker korrelasie tussen die tydkonstantes van die verskillende trapinsette en prestasie gewees het. Dit blyk dus asof die gebruik van VO_2 tydkonstantes potensiaal inhou vir die voorspelling van fietsryprestasie in die veld, solank die meetinstrument sensitief is, soos in die geval met asemtoug-tot-asemtoug metaboliese sisteme.

2. Die VO_2 tydkonstantes en die 20 km padtydtoetse

Aangesien heelwat eksterne faktore fietsryers se prestasie in bondelwegspringwedrenne kan beïnvloed, is die ryers se prestasie ook in meer gekontroleerde omstandighede gemeet. Aangesien bondeldinamika, die glystroomeffek en spantaktiek geen invloed op prestasie in padtydtoetse het nie, is die verband tussen VO_2 kinetika en prestasie ook in twee 20 km padtydtoetse ondersoek. Craig et al (1993) het 'n 4 km baantydtoets gebruik om die verband tussen kompeterende baanfietsryers se fietsryprestasie en hul VO_2 kinetika te bepaal. Hulle kon egter geen statisties beduidende verband tussen fietryprestasie en VO_2 kinetika tydens 'n submaksimale trapinset vind nie (r -waarde nie verskaf nie, $p > 0.05$). Daar was egter wel 'n statisties beduidende verband tussen VO_2 kinetika tydens 'n supramaksimale trapinset ($\sim 115\% VO_{2maks}$) en prestasie in die 4 km baantydtoets ($r = 0.48$, $p < 0.05$).

Daar was egter heelwat metodologiese verskille tussen die huidige studie en dié van Craig et al (1993). Die tydtoetse wat in die twee studies gebruik is, het heelwat van mekaar verskil. Die 4 km baantydtoets van Craig et al (1993), wat afgelê is in 'n gemiddelde tyd van $5.39 \pm SA 0.23$ min, is 'n mengsel tussen 'n naelrit en 'n uithouvermoë rit, en plaas 'n groot anaërobiese belading op die ryers. In teenstelling hiermee is 'n 20 km tydtoets hoofsaaklik 'n aërobiese wedren, waar minder staatgemaak word op die anaërobiese metaboliese bronne. Aangesien sukses in bogenoemde twee wedrenne verskillende antropometriese en fisiologiese eienskappe vereis, maak dit die vergelyking tussen bogenoemde studies moeilik.

Verder het die trapinset oefeningstoetse van die twee studies ook heelwat verskil. Anders as in die huidige studie, is die submaksimale trapinset van Craig et al (1993) nie deur ligte oefening voorafgegaan nie, en is ook teen dieselfde absolute werkklas (250 W) afgelê. Aangesien die submaksimale trapinset van Craig et al slegs 3 minute geduur het, was hierdie trapinset moontlik nie lank genoeg om die algehele VO_2 respons te meet nie.

Aangesien 'n werkklas van 250 W bo die ryers se T_{lakt} (203 W) was, en die VO_2 stadige komponent eers na ongeveer 80 - 100 sekondes van oefening bo T_{lakt} verskyn, was die VO_2 kinetika waarskynlik nie verteenwoordigend van die ware VO_2 respons tydens daardie trapinset nie. Verder is die supramaksimale trapinset van Craig et al teen 'n baie hoër oefeningsintensiteit as die hoë trapinset van hierdie studie afgelê (~115% $VO_{2\text{maks}}$ vs ~88% $VO_{2\text{maks}}$). Vanuit bogenoemde blyk dit dus dat die resultate van Craig et al (1993) met groot sorg vergelyk moet word met die huidige studie.

In die huidige studie het die verband tussen VO_2 kinetika en prestasie in die twee 20 km padtydtoetse dieselfde patroon gevolg as met die twee bondelwingspringwedrenne. In ooreenstemming met die twee bondelwingspringwedrenne, het die VO_2 op-respons tydens die lae trapinset van die eerste toetsgeleentheid ($r = 0.39$, $p = 0.11$) en die VO_2 af-respons tydens die hoë trapinset van die tweede toetsgeleentheid ($r = 0.56$, $p = 0.06$), die beste van al die tydkonstantes met prestasie in TT1 en TT2 gekorreleer. Hierdie bevinding versterk die vermoede dat die meetinstrument van VO_2 nie sensitief genoeg was om die klein verskille in die ryers se tydkonstantes op te tel nie. Ten spyte hiervan was daar steeds die neiging dat die ryers met die vinnigste af-kinetika tydens die hoë trapinset oefening, die beste presteer het in TT2 ($r = 0.56$, $p = 0.06$). Aangesien min ryers TT2 afgelê het ($n = 12$), kon hierdie verband nie statistiese beduidendheid bereik nie.

Alhoewel die rede vir die afwesigheid van 'n statisties beduidende verband tussen die VO_2 tydkonstantes en prestasie in die twee padtydtoetse moontlik lê by die onsensitiewe meetinstrument van VO_2 kinetika, is dit ook moontlik dat 'n 20 km padtydtoets nie onderskei tussen persone met 'n stadige en vinnige VO_2 kinetika nie. 'n Vinnige VO_2 kinetika sal 'n persoon in staat stel om vinniger aan te pas by skielike veranderinge in die oefeningsintensiteit. Palmer et al (1994) het egter getoon dat oefeningsintensiteit tydens 'n 16 km padtydtoets nie baie varieer nie; dit was 96% van die tyd bo 80% $VO_{2\text{maks}}$. In teenstelling hiermee het hulle gevind dat die ryers se oefeningsintensiteit tydens 'n 110 km en 105 km bondelwingspringwedren gedurig verander het, met die topografie van die roete

wat weinig invloed op die oefeningsintensiteit gehad het. Dit is dus moontlik dat die ryers nie 'n vinnige VO_2 kinetika tydens die padtydtoetse nodig gehad het nie, aangesien hul oefeningsintensiteit waarskynlik redelik konstant was tydens hierdie wedrenne.

3. Die f_H tydkonstantes, die bondelwegspringwedrenne en die padtydtoetse

In ooreenstemming met VO_2 kinetika, was die vermoede dat die ryers met die vinnigste f_H kinetika die beste sou presteer in die twee bondelwegspringwedrenne en die twee padtydtoetse. Die resultate het egter nie hierdie vermoede ondersteun nie, aangesien geeneen van die f_H tydkonstantes statisties beduidend gekorreleer het met prestasie in die twee bondelwegspringwedrenne ($r = -0.33 - 0.32$, $p > 0.05$) en die twee padtydtoetse nie ($r = -0.36 - 0.40$, $p > 0.05$).

Twee moontlike afleidings kan van hierdie resultate gemaak word:

- i Daar is geen verband tussen f_H kinetika en prestasie nie. Aangesien feitlik geen studies tot dusver hierdie verband ondersoek het nie, is meer navorsing egter nodig om hierdie afleiding te staaf.
- ii Die meetinstrument van f_H kinetika was nie sensitief vir klein verandering in die ryers se f_H tydkonstantes nie. Aangesien daar geen patroon in die f_H op- en af-response tydens die verskillende trapinsette en toetsgeleenthede was nie, en die ryers se f_H slegs elke 2 - 3 sekondes gemeet is, blyk hierdie afleiding die mees waarskynlike rede vir die swak verband tussen f_H kinetika en fietsryprestasie in die bondelwegspringwedrenne te wees.

Oor die algemeen blyk dit dus dat f_H kinetika, in teenstelling met die tradisionele voorspellers van fietsryprestasie, en tot 'n mate VO_2 kinetika, nie 'n goeie voorspeller van

fietsryprestasie in hierdie studie was nie. Die meetinstrument van f_H kinetika was waarskynlik nie sensitief genoeg om die klein verskille in die persone se f_H tydkonstantes op te tel nie.

4. ΔVO_2 ($\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}$) en die bondelwegspringwedrenne

Weens die eenvoud waarmee ΔVO_2 bereken kan word, en die statisties beduidende verband wat dit toon met die tradisionele voorspellers van fietsryprestasie (tabel 23 en 27), is besluit om die verband tussen ΔVO_2 en fietsryprestasie te ondersoek. Aangesien die ryers met die hoogste ΔVO_2 ook die hoogste $VO_{2\text{maks}}$ ($\ell\cdot\text{min}^{-1}$) tydens die hoë trapinset van beide trapinset oefeningstoetse getoon het ($r = 0.75 - 0.85$, $p < 0.01$), blyk dit dat ΔVO_2 geassosieer word met 'n hoë uithouvermoë potensiaal. Daar is dus verwag dat die ryers met die hoogste ΔVO_2 tydens die hoë trapinsette ook die beste prestasie sou toon in die twee bondelwegspringwedrenne.

ΔVO_2 het tydens die hoë trapinset statisties beduidend gekorreleer met prestasie in die B/S 103 ($r = -0.70$ en $r = -0.71$ vir die op- en af-respons onderskeidelik, $p < 0.01$). ΔVO_2 tydens die op- en af-response was feitlik identies en het ook 'n sterk verband met mekaar getoon ($r = 0.99$, $p < 0.01$), gevolglik het beide die op- en af-response ewe sterk gekorreleer met prestasie in die B/S 103. Die verband tussen $VO_{2\text{maks}}$ ($\ell\cdot\text{min}^{-1}$) en B/S 103-prestasie ($r = -0.67$, $p < 0.01$) was in goeie ooreenstemming met die verband tussen ΔVO_2 en prestasie in die B/S 103 ($r = -0.70$ en 0.71 , $p < 0.01$), waarskynlik weens die feit dat ΔVO_2 direk afhanklik is van $VO_{2\text{maks}}$ ($\ell\cdot\text{min}^{-1}$)[sien bl. 156].

Dieselfde sterk verband is egter nie met die Argus 105 herhaal nie, waarskynlik a.g.v. die kleiner steekproef ($r = 0.24$, $p > 0.05$). In die lig van die eerste toetsgeleentheid kan afgelei word dat ΔVO_2 , veral tydens die hoë trapinsette, en $VO_{2\text{maks}}$ ($\ell\cdot\text{min}^{-1}$), ewe goeie voorspellers van fietsryprestasie in bondelwegspringwedrenne is.

5. ΔVO_2 en die 20 km padtydtoetse

Indien ΔVO_2 tydens die hoë trapinset en VO_{2maks} ($\ell \cdot \text{min}^{-1}$) ewe goeie voorspellers van fietsryprestasie in bondelwegspringwedrenne is, behoort dieselfde ook te geld vir prestasie in die padtydtoetse. Ten einde hierdie bevinding verder te toets, is die verband tussen ΔVO_2 en prestasie in twee 20 km padtydtoetse ondersoek. Daar is reeds gevind dat VO_{2maks} ($\ell \cdot \text{min}^{-1}$) statisties beduidend gekorreleer het met prestasie in TT1 ($r = -0.77$, $p < 0.01$), maar nie met prestasie in TT2 nie ($r = 0.49$, $p > 0.05$).

In ooreenstemming met die verband tussen ΔVO_2 en prestasie in die bondelwegspringwedrenne, het ΔVO_2 tydens die hoë trapinset statisties beduidend gekorreleer met prestasie in TT1 ($r = -0.74$ en -0.76 vir die op- en af-respons onderskeidelik, $p < 0.01$), maar nie met prestasie in TT2 nie ($r = -0.48$ en -0.50 vir die op- en af-respons onderskeidelik, $p > 0.05$). Dit is dus duidelik dat die verband tussen VO_{2maks} ($\ell \cdot \text{min}^{-1}$) en fietsryprestasie in TT1 en TT2 baie goed ooreenstem met die verband tussen ΔVO_2 tydens die hoë trapinset en fietsryprestasie in TT1 en TT2.

'n Interessante bevinding was die feit dat ΔVO_2 tydens die op-respons van die lae trapinset statisties beduidend gekorreleer het TT2 ($r = -0.57$, $p < 0.05$), ten spyte van die feit dat VO_{2maks} ($\ell \cdot \text{min}^{-1}$) nie statisties beduidend gekorreleer het met prestasie in TT2 nie ($r = 0.49$, $p > 0.05$). Dit wil dus voorkom dat ΔVO_2 soms selfs beter korreleer met fietsryprestasie as VO_{2maks} ($\ell \cdot \text{min}^{-1}$).

Die bevinding dat ΔVO_2 tydens die hoë trapinset en VO_{2maks} ($\ell \cdot \text{min}^{-1}$) ewe goeie voorspellers van fietsryprestasie in 'n bondelwegspringwedren en 'n 20 km padtydtoets is, is 'n belangrike bevinding. Dit toon dat 'n veranderlike (ΔVO_2), verkry vanaf 'n submaksimale oefeningstoets, net so goed korreleer met prestasie as VO_{2maks} , wat slegs akkuraat gemeet kan word tydens 'n maksimale oefeningstoets. Die eenvoud waarmee ΔVO_2 bereken kan word, die goeie verband wat dit toon met die tradisionele voorspellers

van fietsryprestasie, en die statistiese beduidende verband wat dit toon met fietsryprestasie, toon dat hierdie veranderlike potensiaal inhou vir afrigters en sportfisioloë. Verdere navorsing is nodig om die gebruik van ΔVO_2 as 'n voorspeller van prestasie in ander uithouvermoë sporte te ondersoek.

6. Δf_H en die bondelwegringswedrenne

Daar is reeds gevind dat die daling in f_H onmiddellik na afloop van 'n hoë trapinset oefening statisties beduidend korreleer met prestasie in 'n 80 km bondelwegringswedren ($r = -0.93$, $p < 0.01$) [Kubukeli et al, 1999]. Kubukeli et al (1999) het genoem dat 'n vinniger herstelfase en 'n verlaagde simpatiese aktivering deur die afferente spiersenuwees waarskynlik die rede was vir die vinniger herstel in f_H by die beter fietsryers. Die vermoede het dus bestaan dat Δf_H , veral tydens die af-respons van die hoë trapinset, statisties beduidend sou korreleer met fietsryprestasie in die B/S 103 en Argus 105. Die resultate het egter nie hierdie vermoede ondersteun nie, aangesien Δf_H geen statisties beduidende verband getoon het met prestasie in die B/S 103 ($r = -0.21$ tot -0.39 , $p > 0.05$) of die Argus 105 nie ($r = -0.14$ tot -0.40 , $p > 0.05$).

Alhoewel hierdie resultate nie in ooreenstemming is met die bevindinge van Kubukeli et al (1999) nie, was daar fundamentele verskille tussen die twee studies i.t.v. die uitdrukking van Δf_H . In die huidige studie is Δf_H tydens die af-respons bereken as die verskil tussen die gemiddelde f_H aan die einde van die trapinset oefening en die gemiddelde f_H aan die einde van 5 minute van aktiewe rus (65 W). Hierdie waarde is dus 'n meting van die grootte van die f_H respons na 'n trapinset oefening, en nie 'n meting van die spoed van f_H respons nie. In teenstelling hiermee het Kubukeli et al (1999) Δf_H bereken as die % daling in f_H in die eerste minuut na afloop van die trapinset oefening. Hierdie % daling in f_H is bereken vanaf 'n mono-eksponensiële passing van die f_H respons tydens 'n 5 minuut herstelfase. Dit blyk dus dat Δf_H in Kubukeli et al se studie eerder 'n meting van die spoed van die f_H respons onmiddellik na afloop van die trapinset oefening was.

Dit mag wees dat 'n 5 minuut tydgleuf, soos wat in hierdie studie gebruik is om Δf_H te bereken, te lank is om enige statisties beduidende verskille waar te neem tussen die amplitudes van die fietsryers se f_H respons na 'n hoë trapinset. Dit blyk dus dat Δf_H , in teenstelling met ΔVO_2 , nie 'n goeie voorspeller van fietsryprestasie in 'n bondelwegspringwedren is nie, indien dit oor 'n 5 minuut periode bereken word.

7. Δf_H en die 20 km padtydtoetse

Sover bekend het geen studie tot dusver die verband tussen Δf_H en prestasie in 'n 20 km padtydtoets ondersoek nie. Aangesien daar egter geen statisties beduidende verband tussen Δf_H en prestasie in die twee bondelwegspringwedrenne was nie, was die vermoede dat geen statisties beduidende verband tussen Δf_H en prestasie in die twee padtydtoetse sou wees nie. In teenstelling met hierdie vermoede was daar wel 'n statisties beduidende verband tussen Δf_H tydens die op-respons van die lae trapinset en prestasie in TT2 ($r = -0.59$, $p < 0.05$).

Aangesien Δf_H 3 keer groter was tydens hoë trapinset as tydens die lae trapinset, en kompeterende fietsryers padtydtoetse teen hoë oefeningsintensiteite aflê ($\sim 93-95\% f_{Hmaks}$), was die vermoede dat dit eerder tydens die hoë trapinset sou wees waar daar 'n statisties beduidende verband sou bestaan tussen Δf_H en hul posisies in die padtydtoetse. Dit wil egter voorkom asof 'n oefeningsintensiteit van $\sim 50\% VO_{2maks}$ voldoende was om te onderskei tussen die Δf_H van goeie en minder goeie padtydtoetsryers.

8. Samevatting

Dit blyk vanuit bogenoemde dat VO_2 kinetika, en tot 'n mindere mate f_H kinetika, potensiaal inhou as voorspellers van fietsryprestasie, maar dat die onsensitiewe meetinstrumente waarmee hierdie tydkonstantes bereken is, waarskynlik die rede was vir die swak korrelasie met prestasie in die 4 veldtoetse. In teenstelling hiermee het ΔVO_2 , veral tydens die hoë trapinsette, 'n sterk statistiese beduidende verband met fietsryprestasie getoon. Aangesien hierdie veranderlike ook goed korreleer met uithouvermoë oefeningskapasiteit, eenvoudig bereken kan word, en nie afhanklik is van 'n maksimale poging nie, verdien dit verdere navorsing. In teenstelling met ΔVO_2 , het Δf_H oor die algemeen swak gekorreleer met fietsryprestasie.

I. DIE SEISOENALE VERANDERINGE IN VO_2 EN f_H KINETIKA

Ten einde inoefeningsprogramme te optimaliseer en die effektiwiteit van nuwe inoefeningsmetodes te meet, moet daar meetinstrumente bestaan wat sensitief is vir veranderinge in die inoefeningstoestand van atlete. Studies het reeds getoon dat VO_{2maks} , waarskynlik die mees populêre veranderlike om "fiksheid" tydens 'n seisoen te monitor, nie sensitief is vir veranderinge in die inoefeningstoestand van elite fietsryers nie (Barbeau et al, 1993). Hiermee saam ontwig maksimale oefeningstoetse die oefenprogram van atlete, en is grootliks afhanklik van die motivering van die persoon.

In teenstelling hiermee is reeds getoon dat sekere fisiologiese veranderlikes, verkry vanaf 'n submaksimale oefeningstoets, meer sensitief is vir veranderinge in die inoefeningstoestand van elite fietsryers, as maksimale uithouvermoë veranderlikes (Barbeau et al, 1993). In dié opsig lewer hierdie studie 'n belangrike bydrae tot die literatuur, aangesien die seisoenale veranderinge in die fisiologiese veranderlikes van kompeterende fietsryers tydens 'n maksimale en submaksimale oefeningstoets ondersoek is.

1. Die VO_2 en f_H tydkonstantes

Dit is welbekend dat inoefening VO_2 kinetika versnel (Hagberg et al, 1980; Casaburi et al, 1987; Phillips et al, 1995; Norris & Petersen, 1998). Alhoewel heelwat minder bekend is oor die invloed van inoefening op f_H kinetika, blyk dit vanuit die studie van Hagberg et al (1980) dat inoefening ook 'n versnellende effek op f_H kinetika het. Hierdie versnelling in VO_2 en f_H kinetika met inoefening word geassosieer met:

- i 'n verlaagde laktaatproduksie teen dieselfde absolute en relatiewe werkklas met inoefening (Hagberg et al, 1980),

- ii 'n verlaagde sekresie van adrenalien en noradrenalien teen dieselfde absolute werkklas met inoefening (Casaburi et al, 1987),
- iii 'n kleiner afname in spierfosfokreatienvlakke met inoefening (Phillips et al, 1995),
- iv 'n verhoogde spier oksidatiewe kapasiteit met inoefening (Phillips et al, 1995), en
- v 'n moontlike neurologiese verandering in die rekrutering van motoriese eenhede met inoefening (Womack et al, 1995).

Die studies wat hierdie veranderinge in $\dot{V}O_2$ en f_H kinetika met inoefening ondersoek het, het almal van 'n gestruktureerde intervensieprogram van 6 - 24 weke van hoë intensiteit inoefening gebruik gemaak. In hierdie dwarsnit studie is die ryers egter nie onderwerp aan 'n inoefenings-intervensie nie, en hul inoefeningsvolume, bepaal vanaf 'n inoefeningsvraelys (November '98) en 'n dagboek (Maart '99), is slegs aan die begin en die einde van die somer fietsryseisoen bepaal.

Aangesien die meting van inoefeningsvolume tydens die twee toetsgeleenthede verskil het, en 'n hoë inoefeningsvolume *per se* nie 'n hoë inoefeningstoestand veronderstel nie, ontstaan 'n belangrike vraag nou: Was die fietsryers tydens die tweede toetsgeleentheid in 'n beter inoefeningstoestand as tydens die eerste toetsgeleentheid?

Vanaf die antropometriese veranderlikes wil dit voorkom asof die groep dalk in 'n beter inoefeningstoestand was tydens die tweede toetsgeleentheid, aangesien hul persentasie liggaamsvet statisties beduidend laer was tydens dié toetsing ($9.1 \pm SF 0.8\%$ vs $8.3 \pm 0.9\%$ vir die eerste en tweede toetsgeleentheid onderskeidelik, $p < 0.05$). Vanaf die maksimale fisiologiese veranderlikes is dit egter baie moeilik om af te lei of die groep se inoefeningstoestand verander het tydens die twee toetsgeleenthede. Alhoewel die meeste veranderlikes nie statisties beduidend verander het nie, was die ryers se maksimale relatiewe werkklas ($W_{maks} \cdot kg^{-1}$) statisties beduidend hoër tydens die tweede toetsgeleentheid ($5.6 \pm SF 0.1$ vs $5.7 \pm SF 0.1$, $p = 0.05$).

Vanuit die ryers se prestasie in die 4 veldtoetse blyk dit dat hulle moontlik in 'n beter oefeningstoestand tydens die tweede toetsgeleentheid was, alhoewel dit nie met sekerheid afgelei kan word nie. Die 11 ryers wat albei padtydtoetse voltooi het, het TT2 statisties beduidend vinniger afgelê as TT1 ($31.57 \pm \text{SF } 0.20$ min vs $33.10 \pm \text{SF } 0.24$ min, $p < 0.01$). Die wind het egter heelwat sterker gewaai tydens TT1 ($45 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ vs $30 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$), wat waarskynlik 'n groot rol gespeel het in die vinniger tye van TT2. Die ryers se gemiddelde spoed tydens die B/S 103 en Argus 105 was identies dieselfde ($36.0 \pm \text{SF } 0.5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ vs $36.0 \pm \text{SF } 0.5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, $p > 0.05$), maar aangesien die Argus 105 oor 'n moeiliker roete afgelê is, was hul prestasie waarskynlik beter tydens die Argus 105.

Opsommend wil dit voorkom dat indien die ryers in 'n beter inoefeningstoestand tydens die tweede toetsgeleentheid was, was die verskil minimaal. Hierdie bevinding verleen steun aan die vermoede dat die tradisionele voorspellers van fietsryprestasie, en spesifiek $\text{VO}_{2\text{maks}}$, nie in staat is om klein veranderinge in die inoefeningstoestand van 'n homogene groep atlete waar te neem nie.

In teenstelling met die verwagte bevinding dat die ryers se VO_2 en f_H kinetika effens vinniger sou wees tydens die tweede toetsgeleentheid, was die ryers se VO_2 - en f_H afkinetika statisties beduidend stadiger tydens die hoë trapinset van die tweede toetsgeleentheid as tydens die eerste toetsgeleentheid ($38.0 \pm \text{SF } 1.6$ s vs $33.3 \pm \text{SF } 0.8$ s, $p < 0.05$ en $43.5 \pm \text{SF } 1.7$ s vs $39.2 \pm \text{SF } 1.0$ s, $p = 0.01$ vir VO_2 en f_H kinetika onderskeidelik). Net so was die VO_2 af-respons tydens die lae trapinset ook statisties beduidend stadiger tydens die tweede trapinset as tydens die eerste trapinset ($25.4 \pm \text{SF } 0.8$ s vs $22.8 \pm \text{SF } 0.7$ s, $p < 0.05$).

In teenstelling met die af-response, was die VO_2 en f_H op-response vinniger tydens die tweede toetsgeleentheid, alhoewel geeneen van hierdie tydkonstantes statisties beduidend vinniger was as tydens die eerste toetsgeleentheid nie. Die f_H op-respons tydens die hoë trapinset was egter byna statisties beduidend vinniger tydens die tweede toetsgeleentheid

as tydens die eerste toetsgeleentheid ($45.5 \pm \text{SF } 0.9 \text{ s}$ vs $48.2 \pm \text{SF } 1.1 \text{ s}$, $p = 0.06$). Hierdie tendens tydens die op-response steun die afleiding dat die ryers waarskynlik in 'n effens beter inoefeningstoestand was tydens die tweede toetsgeleentheid.

Dit is egter onduidelik waarom die VO_2 en f_H af-kinetika statisties beduidend stadiger was tydens die tweede toetsgeleentheid. Hagberg et al (1980) en Phillips et al (1995) het gevind dat die verandering in hul proefpersone se VO_2 op- en af-kinetika altyd in dieselfde rigting was na 'n inoefeningsperiode, m.a.w. beide die op- en af-respons versnel of vertraag na inoefening. In hierdie studie was daar egter geen verband tussen die op- en af-response van VO_2 en f_H nie (tabel 11 en 14). Alhoewel daar aanduidings in die literatuur is dat die VO_2 op- en af-response deur verskillende fisiologiese meganismes beheer word (sien bl.136), en sodoende 'n verklaring bied vir die afwesigheid van 'n patroon in die op- en af-response van VO_2 en f_H kinetika in hierdie studie, verklaar dit nie die bevindinge van Hagberg et al (1980) en Phillips et al (1995) nie.

Indien aangeneem word dat die fietsryers se inoefeningstoestand effens verhoog het tydens die somer fietsryseisoen, was die VO_2 en f_H tydkonstantes ook nie sensitief vir hierdie verandering in oefeningstoestand nie. Hoewel die VO_2 en f_H op-response versnel het tydens die fietsryseisoen, was hierdie verandering nie statisties beduidend nie. In teenstelling hiermee het die af-response van VO_2 en f_H statisties beduidend vertraag tydens die somer fietsryseisoen, wat heeltemal teenstrydig was met die ander fisiologiese veranderlikes, asook met die bevindinge in die literatuur. Aan die anderkant is dit moontlik dat die ryers se inoefeningstoestand glad nie verander het tydens die fietsryseisoen nie. In so 'n geval verklaar dit die minimale veranderinge in VO_2 - en f_H kinetika.

2. ΔVO_2 en Δf_H

ΔVO_2 en Δf_H gee 'n kwantitatiewe waarde aan die grootte van die kardiovaskulêre aanpassing tydens 'n skielike verhoging of verlaging in die oefeningsintensiteit. Norris & Petersen (1998) het getoon dat ΔVO_2 en Δf_H tydens 'n submaksimale trapinset statisties beduidend laer is na afloop van 'n 8 week inoefeningsintervensie, indien die trapinset oefeninge voor en na die intervensie periode teen dieselfde absolute werkklas afgelê word ($2699 \pm 266 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}$ vs $2582 \pm 247 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}$ vir pre- en post intervensie onderskeidelik, $p < 0.05$). Die verklaring hiervoor is voor-die-hand-liggend: weens die toename in hul uithouvermoë kapasiteit a.g.v. die hoë intensiteit inoefening ($VO_{2\text{maks}} = 56.8 \pm 6.6$ vs $60.8 \pm 6.9 \text{ ml}\cdot\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$ vir pre- en post intervensie onderskeidelik, $p < 0.05$), het die proefpersone die post-intervensie trapinset teen 'n laer oefeningsintensiteit afgelê, en dus 'n laer ΔVO_2 getoon.

Aangesien die fietsryers in hierdie studie ook die trapinset oefeninge teen dieselfde absolute werkklas aan die begin en einde van die somer fietsryseisoen afgelê het, was die vermoede dat ΔVO_2 (en waarskynlik ook Δf_H) laer sou wees tydens die tweede toetsgeleentheid indien hul inoefeningstoestand verhoog het tydens die fietsryseisoen. Aangesien die fietsryers se $VO_{2\text{maks}}$ nie statisties beduidend verander het tydens die twee toetsgeleenthede nie, en daar 'n sterk verband bestaan tussen $VO_{2\text{maks}}$, ΔVO_2 en Δf_H , verklaar dit waarom ΔVO_2 en Δf_H ook nie statisties beduidend verander het oor die seisoen nie (tabel 39 en 41).

3. Samevatting

Die fietsryers se VO_2 en f_H af-kinetika was statisties beduidend stadiger tydens die tweede toetsgeleentheid as tydens die eerste toetsgeleentheid, terwyl daar 'n tendens was dat hul VO_2 en f_H op-kinetika versnel het tussen die eerste en tweede toetsgeleentheid (alhoewel nie statisties beduidend nie). Hierdie seisoenale veranderinge in VO_2 en f_H kinetika het

plaasgevind ten spyte van die feit dat die ryers se inoefeningsvolume nie statisties beduidend verander het nie, en die tradisionele veranderlikes van maksimale oefeningskapasiteit ook nie statisties beduidend verander het nie.

Dit is 'n tekortkoming van hierdie studie dat die fietsryers nie op 'n gekontroleerde oefenprogram geplaas is nie, en gevolglik kon daar nie aangetoon word of die kinetiese veranderlikes meer of minder verander oor 'n seisoen, as die tradisionele veranderlikes nie. Die feit dat daar wel klein veranderinge in die kinetiese parameters was (en nie in die maksimale oefeningskapasiteite nie), dui daarop dat hierdie veranderlikes waarskynlik beter in staat is om tussen 'n homogene groep fietsryers te onderskei wat 'n hoë vlak van inoefening deur die seisoen handhaaf.

HOOFSTUK SEWE

GEVOLGTREKKING

Hierdie studie het ondersoek ingestel na die fisiologiese veranderlikes wat die beste korreleer met fietsryprestasie in die veld, met spesifieke fokus op VO_2 en harttempo (f_H) kinetika. In ooreenstemming met die literatuur, het die tradisionele voorspellers van prestasie (VO_{2maks} , W_{maks} en T_{vent}) 'n statisties beduidende verband getoon met prestasie in 4 veldtoetse. Oor die algemeen het VO_{2maks} ($m\ell \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) die beste gekorreleer met fietsryprestasie. Die ryers se T_{vent} het statisties beduidend gekorreleer met prestasie, mits dit nie uitgedruk is as VO_{2maks} (% VO_{2maks}) nie.

Dit blyk dat VO_2 kinetika, en tot 'n mindere mate f_H kinetika, potensiaal inhou as voorspellers van fietsryprestasie, maar dat die onsensitiewe meetinstrumente waarmee hierdie tydkonstantes bereken is, waarskynlik die rede was vir die swak korrelasie met prestasie in die 4 veldtoetse. In ooreenstemming met die literatuur, is 'n statisties beduidende verband tussen die tradisionele voorspellers van fietsryprestasie en VO_2 kinetika gevind. Dit wil dus voorkom asof 'n vinnige VO_2 kinetika verband hou met 'n hoë VO_{2maks} , W_{maks} en T_{vent} , waarskynlik a.g.v. 'n verhoogde sirkulatoriese en oksidatiewe kapasiteit by persone met 'n hoë uithouvermoë kapasiteit.

'n Unieke bevinding van hierdie studie was die sterk statisties beduidende verband tussen ΔVO_2 , veral tydens die hoë trapinsette, en fietsryprestasie. Dit blyk dat fietsryers met 'n hoë sirkulatoriese kapasiteit in staat is tot groot ΔVO_2 tydens hoë trapinsette, wat verband hou met beter prestasies in veldtoetse. Aangesien ΔVO_2 goed korreleer met uithouvermoë kapasiteit, eenvoudig bereken kan word, en nie afhanklik is van 'n maksimale poging nie, verdien dit verdere navorsing.

VERWYSINGSLYS

1. Astrand P.O., Rodahl K. *Textbook of work physiology*. New York: McGraw-Hill, 1970.
2. Babcock M.A., Paterson D.H., Cunningham D.A. *Effects of aerobic endurance training on gas exchange kinetics of older men*. *Med Sci Sports Exerc* 26(4): 447 - 452, 1994.
3. Babcock M.A., Paterson D.H., Cunningham D.A. et al. *Exercise on-transient gas exchange kinetics are slowed as a function of age*. *Med Sci Sports Exerc* 26(4): 440 - 446, 1994.
4. Bakker H.K., Struikenkamp R.S., De Vries G.A. *Dynamics of ventilation, heart rate, and gas exchange: sinusoidal and impulse work loads in man*. *J Appl Physiol* 48(2): 289 - 301, 1980.
5. Barbeau P., Serresse O., Boulay M.R. *Using maximal and submaximal aerobic variables to monitor elite cyclists during a season*. *Med Sci Sports Exerc* 25(9): 1062 - 1069, 1993.
6. Barlow K., Weltman A., Schurrer R. et al. *Prediction of maximal effort bicycle ergometer endurance performance*. *Int J Sports Med* 6(4): 190 - 196, 1985.
7. Barstow T.J. *Characterization of VO₂ kinetics during heavy exercise*. *Med Sci Sports Exerc* 26(11): 1327 - 1334, 1994.
8. Barstow T.J., Jones A.M., Nguyen P.H. et al. *Influence of muscle fiber type and pedal frequency on oxygen uptake kinetics of heavy exercise*. *J Appl Physiol* 81(4): 1642- 1650, 1996.
9. Barstow T.J. & Molé P.A. *Linear and nonlinear characteristics of oxygen uptake kinetics during heavy exercise*. *J Appl Physiol* 71(6): 2099 - 2106, 1991.
10. Belardinelli R., Barstow T.J., Porszasz J. et al. *Skeletal muscle oxygenation during constant work rate exercise*. *Med Sci Sports Exerc* 27(4): 512 - 519, 1995.
11. Bentley D.J., Wilson G.J., Davie A.J. et al. *Correlations between peak power output, muscular strength and cycle time trial performance in triathletes*. *J Sports Med Phys Fitness* 38(3): 201 - 207, 1998.
12. Berry M. & Moritani T. *The effects of various training intensities on the kinetics of oxygen consumption*. *J Sports Med Phys Fitness* 25(3): 77 - 83, 1985.

13. Bishop D. *Reliability of a 1-h endurance performance test in trained female cyclists.* Med Sci Sports Exerc 29(4): 554 - 559, 1997.
14. Bishop D., Jenkins D.G., Mackinnon L.T. *The relationship between plasma lactate parameters, W_{peak} and 1-h cycling performance in women.* Med Sci Sports Exerc 30(8): 1270 - 1275, 1998.
15. Bunc V., Heller J., Leso J. *Kinetics of heart rate responses to exercise.* J Sports Sci 6: 39 - 48, 1988.
16. Burke E.R. *Physiological characteristics of competitive cyclists.* Phys Sportsmed 8(7): 79 - 84, 1980.
17. Burke E.R., Cerny F., Costill D. et al. *Characteristics of skeletal muscle in competitive cyclists.* Med Sci Sports Exerc 9(2): 109 - 112, 1977.
18. Casaburi R., Barstow T.J., Robinson T. et al. *Influence of work rate on ventilatory and gas exchange kinetics.* J Appl Physiol 67(2): 547 - 555, 1989.
19. Casaburi R., Cooper C., Effros R.M. et al. *Time course of mixed venous oxygen saturation following various modes of exercise transition.* Fed Proc 3: A849, 1989.
20. Casaburi R., Daly J., Hansen J. et al. *Abrupt changes in mixed venous blood gases following exercise onset.* Physiologist 30: 131, 1987.
21. Casaburi R., Storer T.W., Ben-Dov I. et al. *Effect of endurance training on possible determinants of VO_2 during heavy exercise.* J Appl Physiol 62(1): 199 - 207, 1987.
22. Casaburi R., Whipp B.J., Wasserman K. et al. *Ventilatory and gas exchange dynamics in response to sinusoidal work.* J Appl Physiol 42(2): 300 - 311, 1977.
23. Cerretelli P., Pendergast D., Paganelli W.C. et al. *Effects of specific muscle training on VO_2 on-response and early blood lactate.* J Appl Physiol 47(4): 761 - 769, 1979.
24. Chilibeck P.D., Paterson D.H., Cunningham D.A. et al. *Muscle capillarization, O_2 diffusion distance, and VO_2 kinetics in old and young individuals.* J Appl Physiol 82(1): 63 - 69, 1997.
25. Chilibeck P.D., Paterson D.H., Petrella R.J. et al. *The influence of age and cardiorespiratory fitness on kinetics of oxygen uptake.* Can J Appl Physiol 21(3): 185 - 196, 1996.
26. Coyle E.F., Coggan A.R., Hopper M.K. et al. *Determinants of endurance in well-trained cyclists.* J Appl Physiol 64(6): 2622 - 2630, 1988.

27. Coyle E.F., Feltner M.E., Kautz S.A. et al. *Physiological and biomechanical factors associated with elite endurance cycling performance*. Med Sci Sports Exerc 23(1): 93 - 107, 1991.
28. Craig N.P., Norton K.I., Bourdon P.C. et al. *Aerobic and anaerobic indices contributing to track endurance cycling performance*. Eur J Appl Physiol 67: 150 - 158, 1993.
29. Davies C.T.M., Di Prampero P.E., Cerretelli P. *Kinetics of cardiac output and respiratory gas exchange during exercise and recovery*. J Appl Physiol 32(5): 618 - 625, 1972.
30. Di Prampero P.E. *Energetics of muscular exercise*. Rev Physiol Biochem Pharmacol 89: 143 - 222, 1981.
31. Di Prampero P.E., Davies C.T.M., Cerretelli P. et al. *An analysis of O₂ debt contracted in submaximal exercise*. J Appl Physiol 29(5): 547 - 551, 1970.
32. Di Prampero P.E., Mahler P.B., Giezendanner D. et al. *Effects of priming exercise on VO₂ kinetics and O₂ deficit at the onset of stepping and cycling*. J Appl Physiol 66(5): 2023 - 2031, 1989.
33. Diamond L.B., Casaburi R., Wasserman K. et al. *Kinetics of gas exchange and ventilation in transitions from rest or prior exercise*. J Appl Physiol 43(4): 704 - 708, 1977.
34. Engelen M., Porszasz J., Riley M. et al. *Effects of hypoxic hypoxia on O₂ uptake and heart rate kinetics during heavy exercise*. J Appl Physiol 81(6): 2500 - 2508, 1996.
35. Eßfeld D., Hoffmann U., Stegemann J. *VO₂ kinetics in subjects differing in aerobic capacity: investigation by spectral analysis*. Eur J Appl Physiol 56: 508 - 515, 1987.
36. Faria I.E., Faria E.W., Roberts S. et al. *Comparison of physical and physiological characteristics in elite young and mature cyclists*. Res Q Exerc Sport 60(4): 388 - 395, 1989.
37. Gaesser G.A., Ward S.A., Baum V.C. et al. *Effects of infused epinephrine on slow phase of O₂ uptake kinetics during heavy exercise in humans*. J Appl Physiol 77(5): 2413 - 2419, 1994.
38. Gerbino A., Ward S., Whipp B.J. *Effects of prior exercise on pulmonary gas-exchange kinetics during high-intensity exercise in humans*. J Appl Physiol 80(1): 99 - 107, 1996.

39. Gollnick P.D. & Matoba H. *The muscle fiber composition of skeletal muscle as a predictor of athletic success. An overview.* Am J Sports Med 12(3): 212 - 217, 1984.
40. Greco E.C., Baier H., Saez A. *Transient ventilatory and heart rate responses to moderate nonabrupt pseudorandom exercise.* J Appl Physiol 60(5): 1524 - 1534, 1986.
41. Hagberg J.M., Hickson R.C., Ehsani A.A. et al. *Faster adjustment to and recovery from submaximal exercise in the trained state.* J Appl Physiol 48(2): 218 - 224, 1980.
42. Hagberg J.M., Mullin J.P., Bahrke M. et al. *Physiological profiles and selected psychological characteristics of national class American cyclists.* J Sports Med 19: 341 - 346, 1979.
43. Hagberg J.M., Mullin J.P., Nagle F.J. *Oxygen consumption during constant-load exercise.* J Appl Physiol 45(3): 381 - 384, 1978.
44. Hagberg J.M., Nagle F.J., Carlson J.L. *Transient O₂ uptake response at the onset of exercise.* J Appl Physiol 44(1): 90 - 92, 1978.
45. Hawley J.A. & Noakes T.D. *Peak power output predicts maximal oxygen uptake and performance time in trained cyclists.* Eur J Appl Physiol 65: 79 - 83, 1992.
46. Henson L.C. & Gaesser G.A. *Effect of training on VO₂ kinetics in relation to lactate threshold.* Med Sci Sports Exerc 21: S24, 1989.
47. Hickson R.C., Bomze H.A., Holloszy J.O. *Faster adjustment of O₂ uptake to the energy requirement of exercise in the trained state.* J Appl Physiol 44(6): 877 - 881, 1978.
48. Hopkins S.R. & McKenzie D.C. *The laboratory assessment of endurance performance in cyclists.* Can J Appl Physiol 19(3): 266 - 274, 1994.
49. Horowitz J.F., Sidossis L.S., Coyle E.F. *High efficiency of type I muscle fibers improves performance.* Int J Sports Med 15(3): 152 - 157, 1994.
50. Hughson R. & Morrissey M.A. *Delayed kinetics of respiratory gas exchange in the transition from prior exercise.* J Appl Physiol 52(4): 921 - 929, 1982.
51. Hughson R.L. *Exploring cardiorespiratory control mechanisms through gas exchange dynamics.* Med Sci Sports Exerc 22(1): 72 - 79, 1990.
52. Hughson R.L. & Morrissey M.A. *Delayed kinetics of VO₂ in the transition from prior*

- exercise. Evidence for O₂ transport limitation of VO₂ kinetics: A review.* Int J Sports Med 4(1): 31 - 39, 1983.
53. Hughson R.L., Sherrill D.L., Swanson G.D. *Kinetics of VO₂ with impulse and step exercise in humans.* J Appl Physiol 64(1): 451 - 459, 1988.
54. Juekendrup A., Saris W.H.M., Brouns F. et al. *A new validated endurance performance test.* Med Sci Sports Exerc 28(2): 266 - 270, 1996.
55. Koga S., Shiojiri T., Kondo N. et al. *Effect of increased muscle temperature on oxygen uptake kinetics during exercise.* J Appl Physiol 83(4): 1333 - 1338, 1997.
56. Koike A., Yajima T., Adachi H. et al. *Evaluation of exercise capacity using submaximal exercise at a constant work rate in patients with cardiovascular disease.* Circulation 91(6): 1719 - 1724, 1995.
57. Krebs P.S. & Powers S.K. *Reliability of laboratory endurance tests.* Med Sci Sports Exerc 31: S10, 1989.
58. Krebs P.S., Zinkgraf S., Virgilio S.J. *Predicting competitive bicycling performance with training and physiological variables.* J Sports Med Phys Fitness 26(4): 323 - 330, 1986.
59. Krogh A. & Lindhart J. *The regulation of respiration and circulation during the initial stages of muscular work.* J Appl Physiol 47: 112 - 136, 1913.
60. Kubukeli Z.N., Hawley J.A., Noakes T.D et al. *Intermittent pulse and conventional linear ramp exercise tests on racing cyclists.* J Sports Sci (in review), 1999.
61. Lindsay F.H., Hawley J.A., Myburgh K.H. et al. *Improved athletic performance in highly trained cyclists after interval training.* Med Sci Sports Exerc 28(11): 1427 - 1434, 1996.
62. Linnarsson D. *Dynamics of pulmonary gas exchange and heart rate changes at start and end of exercise.* Acta Physiol Scand Suppl 415: 1 - 68, 1974.
63. Loftin M. & Warren B. *Comparison of a simulated 16.1 - km time trial, VO_{2max} and related factors in cyclists with different ventilatory thresholds.* Int J Sports Med 15(8): 498 - 503, 1994.
64. Lopategui E., Perez H.R., Smith T.K. et al. *The anaerobic threshold of elite and novice cyclists.* J Sports Med 26: 123 - 127, 1986.
65. Lucía A., Pardo J., Durántez A. et al. *Physiological differences between professional and elite road cyclists.* Int J Sports Med 19: 342 - 348, 1998.

66. MacDonald M., Pedersen P.K., Hughson R.L. *Acceleration of VO₂ kinetics in heavy submaximal exercise by hyperoxia and prior high-intensity exercise.* J Appl Physiol 83(4): 1318 - 1325, 1997.
67. Macková E., Melichna J., Havlíčková L. et al. *Skeletal muscle characteristics of sprint cyclists and nonathletes.* Int J Sports Med 7(5): 295 - 297, 1986.
68. Mahler M. *First-order kinetics of muscle oxygen consumption, and an equivalent proportionality between QO₂ and phosphorylcreatine level.* J Gen Physiol 86: 135 - 165, 1985.
69. Malhotra M.S., Verma S.K., Gupta R.K. et al. *Physiological basis for selection of competitive road cyclists.* J Sports Med 24: 49 - 57, 1984.
70. Margaria R., Edwards H.T., Dill D.B. *The possible mechanism of contracting and paying the oxygen debt and the role of lactic acid in muscular contraction.* Am J Physiol 106: 689 - 715, 1933.
71. Margaria R., Mangili F., Cuttica F. et al. *The kinetics of the oxygen consumption at the onset of muscular exercise in man.* Ergonomics 8: 49 - 54, 1965.
72. McLellan T.M., Cheung S.S., Jacobs I. *Variability of time to exhaustion during submaximal exercise.* Can J Appl Physiol 20(1): 39 - 51, 1995.
73. Melichna J., Terrados N., Jansson E. et al. *Aerobic capacity and muscle characteristics of junior road cyclists.* In: Burke ER, Newsom MM (Eds). Medical and Scientific Aspects of Cycling. Human Kinetics, Champaign, Ill.: 165 - 171, 1986.
74. Miller F.R. & Manfredi T.G. *Physiological and anthropometrical predictors of 15-kilometer time trial cycling performance time.* Res Q Exerc Sport 58(3): 250 - 254, 1987.
75. Nakazawa K., Yamamoto Y., Nakamura Y. et al. *The influence of anticipation of work rate changes on ventilatory kinetics during bicycle exercise.* Med Sci Sports Exerc 21(2): S21, 1989.
76. Nichols J.F., Phares S.L. en Buono M.J. *Relationship between blood lactate response to exercise and endurance performance in competitive female master cyclists.* Int J Sports Med 18: 458 - 463, 1997.
77. Noakes T.D. *Implications of exercise testing for prediction of athletic performance: a contemporary perspective.* Med Sci Sports Exerc;20(4): 319 - 330, 1988.

78. Norris S.R. & Petersen S.R. *Effects of endurance training on transient oxygen uptake responses in cyclists.* J Sports Sci 16: 733 - 738, 1998.
79. Padilla S., Mujika I., Cuesta G. et al. *Validity of a velodrome test for competitive road cyclists.* Eur J Appl Physiol 73: 446 - 451, 1996.
80. Palmer G.S., Dennis S.C., Noakes T.D. et al. *Assessment of the reproducibility of performance testing on an air-braked cycle ergometer.* Int J Sports Med 17(4): 293 - 298, 1996.
81. Palmer G.S., Hawley J.A., Dennis S.C. et al. *Heart rate responses during a 4-d cycle stage race.* Med Sci Sports Exerc 26(10): 1278 - 1283, 1994.
82. Phillips S.M., Green H.J., MacDonald M.J. et al. *Progressive effect of endurance training on VO₂ kinetics at the onset of submaximal exercise.* J Appl Physiol 79(6):1914 -1920, 1995.
83. Piiper J., Di Prampero P.E., Cerretelli P. *Oxygen debt and high-energy phosphates in gastrocnemius muscle of the dog.* Am J Physiol 215(3): 523 - 531, 1968.
84. Poole D.C., Gladden L.B., Kurdak S. et al. *L-(+)-lactate infusion into working dog gastrocnemius: no evidence lactate per se mediates VO₂ slow component.* J Appl Physiol 76(2): 787 - 792, 1994.
85. Poole D.C., Schaffartzik W., Knight D.R. et al. *Contribution of exercising legs to the slow component of oxygen uptake kinetics in humans.* J Appl Physiol 71(4): 1245 - 1253, 1991.
86. Poole D.C., Ward S.A., Gardner G.W. et al. *Metabolic and respiratory profile of the upper limit for prolonged exercise in man.* Ergonomics 31(9): 1265 - 1279, 1988.
87. Powers S.K., Dodd S., Beadle R.E. *Oxygen uptake kinetics in trained athletes differing in VO_{2max}.* Eur J Appl Physiol 54: 306 - 308, 1985.
88. Regensteiner J.G., Bauer T.A., Reusch J.E.B. et al. *Abnormal oxygen uptake kinetic responses in women with type II diabetes mellitus.* J Appl Physiol 85(1): 310 - 317, 1998.
89. Sady S.P., Katch V.L., Villanacci J.F. et al. *Children-adult comparisons of VO₂ and HR kinetics during submaximal exercise.* Res Q Exerc Sport 54(1): 55 - 59, 1983.
90. Short K.R. & Sedlock D.A. *Excess post-exercise oxygen consumption and recovery rate in trained and untrained subjects.* J Appl Physiol 83(1): 153 - 159, 1997.
91. Sietsema K.E., Cooper D.M., Perloff J.K. et al. *Dynamics of oxygen uptake during*

- exercise in adults with cyanotic congenital heart disease.* Circulation 73: 1137 - 1144, 1986.
92. Sjøgaard G. *Muscle morphology and metabolic potential in elite road cyclists during a season.* Int J Sports Med 5(5): 250 - 254, 1984.
93. Swain D.P., Coast J.R., Milliken M.C. et al. *Is there an optimum body size for competitive bicycling?* In: Burke ER, Newsom MM (Eds). Medical and Scientific Aspects of Cycling. Human Kinetics, Champaign, Ill.: 39 - 46, 1988.
94. Tanaka H., Basset D.R., Swensen T.C. et al. *Aerobic and anaerobic power characteristics of competitive cyclists in the United States Cycling Federation.* Int J Sports Med 14(6): 334 - 338, 1993.
95. Terblanche E. *New insights into stochastic exercise testing.* PhD-thesis, Universiteit van Stellenbosch; 1996.
96. Van Ingen Schenau G.J., Bakker F.C., De Groot G., et al. *Supramaximal cycle tests do not detect seasonal progression in performance in groups of elite speed skaters.* Eur J Appl Physiol 64: 292 - 297, 1992.
97. Whipp B.J. *Dynamics of pulmonary gas exchange.* Circulation 76(suppl VI): VI-18 - VI-27, 1987.
98. Whipp B.J. & Ward S.A. *Physiological determinants of pulmonary gas exchange kinetics during exercise.* Med Sci Sports Exerc 22(1): 62 - 71, 1990.
99. Whipp B.J., Ward S.A., Lamarra N. et al. *Parameters of ventilatory and gas exchange dynamics during exercise.* J Appl Physiol 52(6): 1506 -1513, 1982.
100. White J.A., Quinn G., Al-Dawalibi M. et al. *Seasonal changes in cyclists' performance. Part I. The British olympic squad.* Br J Sports Med 16(1): 4 - 12, 1982.
101. White J.A., Quinn G., Al-Dawalibi M. et al. *Seasonal changes in cyclists' performance: Part II. The British olympic squad.* Br J Sports Med 16(1): 13 - 21, 1982.
102. Wilber R.L., Zawadzki K.M., Kearney J.T. et al. *Physiological profiles of elite off-road and road cyclists.* Med Sci Sports Exerc 29(8): 1090 - 1094, 1997.
103. Womack C.J., Davis S.E., Blumer J.L. et al. *Slow component of O₂ uptake during heavy exercise: adaptation to endurance training.* J Appl Physiol 79(3): 838 - 845, 1995.
104. Xing H.C., Hughson R.L., Northey D.R. *Investigation of slower kinetics of VO₂*

- with hypoxia by frequency domain analysis. Med Sci Sports Exerc* 21: S20, 1989.
105. Yoshida T., Kamiya J., Hishimoto K. *Are oxygen uptake kinetics at the onset of exercise speeded up by local metabolic status in active muscles?* *Eur J Appl Physiol* 70: 482 - 486, 1995.
 106. Zhang Y., Johnson M.C., Chow N. et al. *The role of fitness on VO_2 and VCO_2 kinetics in response to proportional step increases in work rate.* *Eur J Appl Physiol* 63: 94 - 100, 1991.
 107. Zhou S., Robson S.J., King M.J. et al. *Correlations between short-course triathlon performance and physiological variables determined in laboratory cycle and treadmill tests.* *J Sports Med Phys Fitness* 37: 122 - 130, 1997.

BYLAAG A

INGELIGTE TOESTEMMING

Titel van die navorsingsprojek: "VO₂ en harttempo kinetika as voorspellers van fietsryprestasie".

Verwysingsnommer: 98/003

VERKLARING DEUR FIETSRYER:

Ek, die ondergetekende, _____ [ID _____],
van (adres) _____

bevestig dat:

1. ek uitgenooi is om deel te neem aan bogenoemde navorsingsprojek wat deur die Afdeling Geneeskundige Fisiologie van die Universiteit van Stellenbosch onderneem word.
2. daar aan my verduidelik is dat
 - 2.1. die doel van die projek is om te evalueer tot watter mate 'n nuwe laboratorium oefeningstoets fietsryprestasie voorspel, en hoe dit vergelyk met tradisionele voorspellers van fietsryprestasie.
 - 2.2. ek 2 oefeningstoetse op 'n fietsergometer en 4 veldtoetse om my eie fiets sal uitvoer. Die eerste oefeningstoets sal 'n maksimale poging verg, waartydens die werkklas op die fietsergometer stelselmatig verhoog sal word totdat ek fisies uitgeput is. Die doel van hierdie toets is om my uithouvermoë kapasiteit te meet. Die tweede oefeningstoets sal binne 72 uur na die eerste toets uitgevoer word en bestaan uit 'n trapinset-oefeningstoets van 45 minute waartydens die werkklas van die fietsergometer verander sal word van 'n werkklas van 65W na 'n sekere persentasie van my maksimale oefeningskapasiteit. Die veldtoetse behels twee 20km tydtoetse op die Killarney-renbaan, die Burger-Sanlam fietstoer (15 November 1998) en die Argus fietstoer (4 Maart 1999).
 - 2.3. tydens beide oefeningstoetse (die maksimale toets en die trapinset oefeningstoets), my suurstofverbruik, asemhalingstempo en harttempo gemeet sal word en dat al hierdie toetse na 4 maande, vanaf die eerste evaluering, herhaal sal word.
 - 2.4. geen indringende prosedures (bv. bloed trek, inspuitings) of middels toegedien sal word nie.

3. ek gewaarsku is dat daar 'n moontlikheid bestaan dat ek een of meer simptome tydens die oefeningstoetse mag ondervind. Dit sluit in duiseligheid, naarheid, abnormale hoë bloeddruk, abnormale hartklop, of 'n toegetrekte (benoude) bors. Ek verstaan dat ek enige tyd die oefeningstoets mag staak wanneer ek enige van hierdie simptome ondervind.
4. ek meegedeel is dat die inligting wat ingewin word as vertroulik behandel sal word, maar dat die bevindinge wel in vaktydskrifte gepubliseer kan word. Die resultate sal deel uitmaak van 'n student se M.Sc. - tesis.
5. die inligting wat hierbo weergegee is, deur _____ aan my in Afrikaans/Engels verduidelik is. Ek is ook 'n geleentheid gegee om vrae te vra en dat al my vrae bevredigend beantwoord is.
6. daar aan my verduidelik is dat my deelname aan hierdie projek vrywillig is en dat ek enige tyd my aan die projek mag onttrek indien dit in my belang geag word.
7. ek meegedeel is dat daar geen koste aan my deelname verbonde is nie.

Ek stem hiermee vrywillig in om aan bogemelde projek deel te neem.

Geteken te _____ op _____ 19__ .

Fietsryer

Getuie

VERKLARING DEUR NAVORSER:

Ek, _____, verklaar dat ek:

1. die inligting vervat in hierdie dokument aan _____ verduidelik het;
2. hom versoek het om vrae aan my te stel indien daar enigiets onduidelik was;
3. dat hierdie gesprek in Afrikaans/Engels plaasgevind het.

Geteken te _____ op _____ 19 ____.

Navorsers

Getuie

BYLAAG B

GESONDHEIDSVRAELYS

Naam: _____

Het u al ooit gely aan, of simptome ondervind van die volgende siektes?

	JA	NEE
<input type="checkbox"/> Asma	—	—
<input type="checkbox"/> Tuberkulose	—	—
<input type="checkbox"/> Hartsiekte	—	—
<input type="checkbox"/> Hoë/lae bloeddruk	—	—
<input type="checkbox"/> Diabetes	—	—
<input type="checkbox"/> Niersiekte	—	—
<input type="checkbox"/> Lewersiekte	—	—
<input type="checkbox"/> Epilepsie	—	—
<input type="checkbox"/> Enige ander siekte of toestand	—	—

Indien u **JA** op enige van bogenoemde vrae geantwoord het, beskryf die aard en duur van die siekte:

	JA	NEE
<input type="checkbox"/> Het u ooit enige operasie ondergaan? (Spesifiseer)	—	—

<input type="checkbox"/> Gebruik u enige langtermyn medikasie? (Spesifiseer)	—	—

<input type="checkbox"/> Rook u of het u voorheen gerook? (Spesifiseer)	—	—

<input type="checkbox"/> Het u al ooit borspyne ondervind? (Spesifiseer)	—	—

Ek verklaar dat bovermelde antwoorde waar en juis is.

Fietsryer

Datum

BYLAAG C

OEFENVRAELYS

Naam: _____

1. Hoeveel jaar ry u al kompetend fiets?

2. Hoeveel jaar neem u al deel aan uithouvermoë sportsoorte?

3. Wat was u hoogste fietsryprestasie en in watter jaar was dit (bv. provinsiale kleure, nasionale kleure, ens.)?

4. Hoeveel uur per week het u gemiddeld op u fiets geoefen die afgelope 2 maande?

5. Hoeveel kilometers het u op u fiets afgelê die afgelope 2 maande?

6. Hoeveel maande vanaf vandag oefen u al onafgebroke op u fiets?

7. Wat was u bests Burger/Sanlam tyd en in watter jaar was dit?

8. Wat was u beste Argus tyd en in watter jaar was dit?

9. Gebruik u enige middels om u prestasie te bevorder, bv. kreatien, vitamien-aanvullers, ens.? Indien **Ja**, spesifiseer watter tipe en vir hoe lank al.
