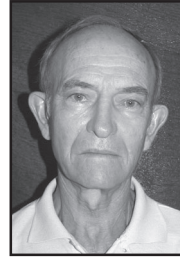


Verspreiding en habitats van drie lewerbot-tussengashere in Suid-Afrika en die gesondheidsimplikasies daarvan

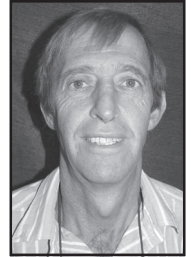
The geographical distribution and habitats of three liver fluke intermediate hosts in South Africa and the health implications involved

KN DE KOCK & CT WOLMARANS

Skool vir Omgewingswetenskappe en -ontwikkeling,
Vakgroep Dierkunde, Noordwes-Universiteit,
Privaat sak X6001,
Potchefstroom 2520
kenne.deKock@nwu.ac.za



K.N. de Kock



C.T. Wolmarans

DR. CORRIE WOLMARANS is 'n senior lektor in die vakgroep Dierkunde aan die Noordwes-Universiteit Potchefstroomkampus waar hy sedert 1984 werksaam is. Sy navorsingsbelangstelling behels die epidemiologie en beheer van skistosomose. Hy is outeur en mede-outeur van bykans 80 vakwetenskaplike publikasies in nasionale en internasionale tydskrifte.

DR CORRIE WOLMARANS is a senior lecturer in Zoology at the North-West University, Potchefstroom Campus where he has been employed since 1984. His research interests embrace the epidemiology and control of schistosomosis. He is author and co-author of nearly 80 scientific publications in national and international journals.

Emeritus professor **KENNÉ DE KOCK** is tans werksaam by die Eenheid vir Omgewingswetenskappe en Bestuur van die Noordwes-Universiteit, Potchefstroomkampus. Hy was sedert 1961 verbonde aan die Nasionale Varswater-slakeenheid wat in 1986 ontbind is, maar is huidig steeds betrokke by die Nasionale Varswater-slakversameling wat by die Skool vir Omgewingswetenskappe en -Ontwikkeling van die Noordwes-Universiteit gehuisves word. Sy navorsingsbelangstelling is die ekologie, geografiese verspreiding, en taksonomie van varswater Mollusca en die rol wat hulle as tussengashere van 'n groot verskeidenheid helmintparasiete in die gesondheid van mens en dier speel. Hy is outeur en mede-outeur van talle wetenskaplike artikels en het vir baie jare onderrig in sitogenetika en soögeografie aan dierkunde studente van die Noordwes-Universiteit en Unisa gegee.

Emeritus professor **KENNÉ DE KOCK** of the Unit of Environmental Sciences and Management of the North-West University, Potchefstroom Campus was closely associated with the National Freshwater Snail Unit from 1961 until it was disbanded in 1986. He is currently still involved in activities with regard to the National Freshwater Snail Collection housed at the School of Environmental Sciences and Development of the North-West University. His research interests lie in the field of the ecology, geographical distribution and the taxonomy of freshwater molluscs and their role as intermediate hosts of a large variety of helminth parasites in the health of man and animal. He is author and co-author of a large number of scientific papers and has for many years lectured in cytogenetics and zoogeography for students of the North-West University and Unisa.

ABSTRACT***The geographical distribution and habitats of three liver fluke intermediate hosts in South Africa and the health implications involved***

Account is given of the distribution and habitats of the three *Lymnaea* species currently on record in the National Freshwater Snail Collection (NFSC) of South Africa. A total number of 616, 353 and 202 loci ($1/16$ th square degrees) was respectively recorded for *Lymnaea natalensis*, *L. columella* and *L. truncatula*. The number of loci in which the collection sites of each species was located, was distributed in intervals of mean annual air temperature and rainfall, as well as intervals of mean altitude. A temperature index was calculated for all mollusc species in the database and the results used to rank them in order of their association with low to high climatic temperatures. Chi-square and effect size values were calculated to determine the significance in differences between frequencies of occurrence of each species in, on, or at the different options for each of the variables investigated and also to determine the significance of the differences between the three species.

None of the three *Lymnaea* species were well represented in the arid regions of the Northern, Western and Eastern Cape Province, and only *L. truncatula* was reported from Lesotho. *Lymnaea natalensis* is the most widespread of the three species, while the distribution of *L. truncatula* displays a sporadic and limited pattern. The alien invader species *L. columella* was first reported from South Africa in the early 1940's but was so successful in its invasion of water-bodies in South Africa that it is currently considered the third most widespread freshwater snail in the country.

Lymnaea truncatula was the only one of the three species not recovered from all 14 water-body types represented in the database. The largest number of samples of *L. truncatula* by far, was yielded by marshes while the largest number of samples of the other two species was collected in rivers, streams and dams. The highest percentage occurrence of all three species was in habitats in which the water conditions were described as permanent, standing, fresh and clear. Although the highest percentage of samples of all three species was reported from loci that fell within the interval ranging from 16-20°C, a significant number of samples of *L. truncatula* came from loci falling within the 11-15°C interval.

In view of the fact that *Lymnaea* species are well known as intermediate hosts for liver fluke in South Africa and elsewhere in the world, the widespread occurrence of these snails could have considerable health and economic consequences. *Lymnaea natalensis* is the most important and probably the only intermediate host of *Fasciola gigantica*, the most common liverfluke in Africa but *F. gigantica* has been reliably reported only from Lesotho where its traditional intermediate host, *L. truncatula* is widespread. However, the epidemiology of fasciolosis in South Africa has been complicated by the invasion of many water-bodies by *L. columella* because this species has proved to be a successful host for *F. hepatica* where it had been introduced elsewhere in the world. To our knowledge its role in South Africa in this respect has not yet been evaluated. Due to the fact that no statistics are available in print, the results of positive serological tests on cattle herds all over South Africa were used to compile a map depicting the possible occurrence of *Fasciola* species in livestock in this country.

Although human infections with *Fasciola* in Africa was considered as very rare in 1975 the situation has changed. It is considered an underrated and underreported disease in humans in Ethiopia and in Egypt an increase in cases of fasciolosis and prevalences as high as 12.8% in humans have also recently been reported. To our knowledge the only cases of human fasciolosis reported in literature for South Africa were from northern KwaZulu-Natal where *F. hepatica* infections were found in 22 out of 7 569 school children examined in 1981. Efforts to obtain recent statistics on human infections from various persons and authorities were totally unsuccessful. In view of statistics available for elsewhere in the world, it would be unwise to assume that no problems exist

in this regard in South Africa. The number of people suffering from fasciolosis was already estimated at 2.4 million in 61 countries in 1995 and another 180 million at risk of becoming infected, with the highest prevalences reported from Bolivia, China, Ecuador, Egypt, France, Iran, Peru and Portugal.

The results of recent serological assays for the detection of fasciolosis in cattle herds in selected areas in South Africa indicated positive cases from localities that closely correspond to the geographical distribution of the three *Lymnaea* species in this country. According to reports in the literature, the high prevalence of fasciolosis in livestock in the highlands of Ethiopia could have serious health implications for people in the area because they have to use the same water resources. In many rural areas in South Africa local populations also have no other options than to share natural water resources with their livestock. In most instances these water bodies harbour at least one of the *Lymnaea* species which can maintain the life cycle of *fasciola*. Under such conditions residents could daily be exposed to the risk of becoming infected.

It is a matter of concern that epidemiological research with regard to human fasciolosis is such a neglected subject in South Africa. In our opinion epidemiological surveys should be conducted to determine the prevalence of human fasciolosis in specific areas which could be selected on the basis of using the geographical distribution of the three *Lymnaea* species as guidelines. Efforts should also be made to conduct surveys to update the geographical distribution of the snail intermediate hosts and awareness programmes should be launched in rural areas at risk.

KEY CONCEPTS: Freshwater snails; *Lymnaea natalensis*; *L. columella*; *L. truncatula*; fasciolosis; geographical distribution; South Africa

TREFWOORDE: Varswaterslakke; *Lymnaea natalensis*; *L. columella*; *L. truncatula*; fasciolose; geografiese verspreiding; Suid-Afrika

OPSOMMING

Hierdie artikel fokus op die geografiese verspreiding en habitats van drie *Lymnaea* spesies soos weerspieël deur monsters wat tans in die databasis van die Nasionale Varswaterslakversameling (NVWSV) op rekord is. Die totale getal lokusse ($1/_{16}$ vierkantgraad) wat tans vir *Lymnaea natalensis*, *L. columella*, ('n eksotiese indringerspesie) en *L. truncatula* op rekord is, is onderskeidelik 616, 353 en 202. *Lymnaea truncatula* is die enigste van die drie spesies wat nie in al die waterliggaamtipes verteenwoordig was nie en is die meeste keer in moerasse versamel. Daarenteen is die meeste monsters van die ander twee spesies in riviere, spruite en damme versamel. Omdat *Lymnaea*-spesies wêreldwyd daarvoor bekend is dat hulle as tussengashere vir *Fasciola*-spesies (lewerbot) kan optree, hou die wye verspreiding van drie verskillende spesies van hierdie genus in Suid-Afrika gesondheidsimplikasies in. Geen statistiek oor die prevalensie van fasciolose onder mens en dier in Suid-Afrika is na ons wete gepubliseer nie. Ongepubliseerde data dui egter daarop dat die voorkoms van fasciolose onder vee grootliks met die geografiese verspreiding van die betrokke *Lymnaea* spesies ooreenstem. Na aanleiding van die toenemende voorkoms en dikwels hoë prevalensie van fasciolose onder mense wat vir elders in Afrika en die wêreld gerapporteer word, word kommer uitgespreek oor die lae prioriteit wat navorsing met betrekking tot hierdie parasitiese siekte in die besonder, maar slakgedraagde helmint-infeksies oor die algemeen, tans in Suid-Afrika geniet. Epidemiologiese ondersoeke en die instelling van bewusmakingsprogramme word bepleit.

INLEIDING

Volgens rekords wat tans in die databasis van die Nasionale Varswaterslakversameling (NVWSV) beskikbaar is, is daar drie *Lymnaea* spesies in Suid-Afrika, naamlik *L. natalensis* Krauss, 1848, *L. columella* (Say 1817) en *L. truncatula* (Müller 1874). Van hierdie drie is *L. natalensis* verreweg die wydste versprei, terwyl die rekords van *L. truncatula* die mees beperkte en sporadiese verspreidingspatroon weerspieël. Die derde spesie, *L. columella*, waarvan geen rekord voor 1942 in Suid-Afrika bestaan het nie, was so suksesvol om 'n verskeidenheid van waterliggame in uiteenlopende klimaatstreke te bevolk dat dit reeds in 1967 deur Brown¹ as die mees wydverspreide, eksotiese indringer varswaterslakspesie in die land bestempel is. Die omstandigheid dat *Lymnaea* spesies wêreldwyd daarvoor bekend is dat hulle as tussengashere vir lewerbotspesies van die genus *Fasciola* kan optree, beteken dat die voorkoms van drie verskillende spesies van hierdie varswaterslakgenus in Suid-Afrika ernstige gesondheid en ekonomiese implikasies mag inhou. In hierdie ondersoek word die habitats as sodanig, die heersende omgewingstoestande van die lokusse waarin die habitats voorkom en geografiese verspreiding van die betrokke varswaterslakspesies met mekaar vergelyk en word veral daardie hoedanighede wat hulle in staat stel om verskillende tipes waterliggame in verskillende klimaatstoestande te bevolk, in oënskou geneem. Na ons wete is tans geen gepubliseerde kaart beskikbaar wat die verspreiding van fasciolyse in Suid-Afrika betroubaar weergee nie. Die beperkte gegewens wat uit verskillende bronne bekom is, is gevolglik gebruik om 'n kaart saam te stel wat 'n aanduiding kan gee van die verspreiding van hierdie parasitiese siekte wat in verskeie lande elders ter wêreld as 'n ernstige bedreiging vir die gesondheid van die mens en sy huisdiere bewys is. Kommer word ook uitgespreek oor die lae prioriteit wat navorsing op hierdie gebied tans in Suid-Afrika geniet.

MATERIAALEN METODEDES

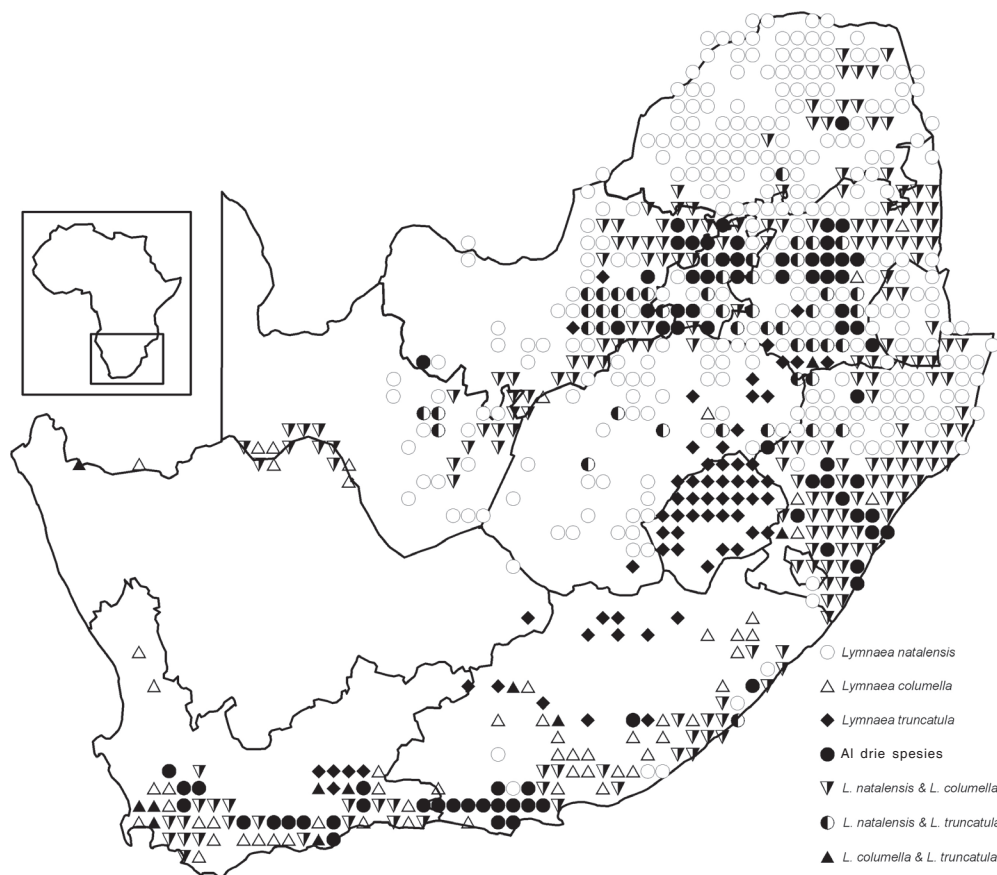
Data met betrekking tot die geografiese verspreiding en habitats van die drie *Lymnaea* spesies wat vanaf 1954 tot die hede strek, is uit die databasis van die NVWSV onttrek. Slegs monsters waarvan die versamelpunte op 'n 1:250 000 topo-kadastraal-kaartreëks van Suid-Afrika aangedui kon word, is vir verdere verwerking in aanmerking geneem. Alhoewel verskeie ander instansies en persone bydraes gelewer het, is die meerderheid van hierdie monsters tydens opnames versamel wat deur personeel van die Staatsekoloog, plaaslike gesondheidsowerhede en van die voormalige Slaknavorsingseenheid by die Potchefstroomse Universiteit uitgevoer is. Verskillende simbole is gebruik om die lokusse waarin monsters van die drie *Lymnaea* spesies versamel is op 'n verspreidingskaart aan te dui. Daarbenewens is onderskeid gemaak tussen lokusse waarin monsters van elke spesie afsonderlik en ook in kombinasie met enigen van die ander spesies voorgekom het.

Die getal lokusse waarin die vindplekke vir elke spesie geleë is, is in intervalle van gemiddelde jaarlikse reënval en lugtemperatuur, asook gemiddelde hoogte bo seevlak ingedeel om die voorkomingsfrekwensie in spesifieke intervalle weer te gee. 'n Temperatuurindeks is vir elke spesie aan die hand van sy voorkomingsfrekwensie in die geselekteerde temperatuurintervalle bereken en die resultate gebruik om elke slakspesie op grond van sy assosiasie met lae tot hoë klimatologiese temperature in rangorde te plaas.^{2,3}

Effekgrootte waardes is volgens die metode van Cohen⁴ bereken om die betekenisvolheid van die verskil in voorkoms tussen die drie spesies by die verskillende veranderlikes te bepaal. Dit behels kortliks dat waardes vir hierdie statistiek in die orde van 0.1 en 0.3 onderskeidelik op klein en medium groot effekte dui, terwyl waardes van 0.5 en hoër op prakties betekenisvolle groot effekte dui.⁴ Die interpretasie en ekologiese implikasies van die waardes bereken vir hierdie statistiek, word in die

konteks van ondersoek van hierdie aard, in detail deur De Kock en Wolmarans^{2,3} bespreek.

Die maontlike voorkoms en verspreiding van fasciolose, gebaseer op die resultate van serologiese toetse wat oor twee jaar op veekuddes in bepaalde streke in Suid-Afrika uitgevoer is, word in figuur 1 weergegee.



Figuur 1: Kaart van Suid-Afrika waarop die geografiese verspreiding van die *Lymnaea* spesies wat tans in die Nasionale Varswaterslakversameling op rekord is per $1/16$ vierkantegraadlokus aangetoon word.

RESULTATE

Al drie spesies is swak verteenwoordig of totaal afwesig in die droër klimaatstreke van die Noord-, Wes-, en Oos-Kaap provinsie en slegs *L. truncatula* is in Lesotho aangetref (Figuur 1). Betreffende die Vrystaat, toon die vindplekke van beide *L. columella* en *L. truncatula* 'n beperkte verspreiding, terwyl die voorkoms van *L. natalensis* die wydste, alhoewel 'n sporadiese verspreidingspatroon illustreer (Figuur 1). 'n Totale getal van 616, 353 en 202 lokusse ($1/16$ vierkante grade) is onderskeidelik vir *L. natalensis*, *L. columella* en *L. truncatula* aangeteken. Al drie spesies is op een of ander stadium uit 79 van hierdie lokusse gerapporteer, terwyl hulle in dieselfde volgorde as die vorige, in onderskeidelik 286, 59 en 65 lokusse die enigste *Lymnaea* spesie was wat tydens 'n opname aangetref

is. Alhoewel die totale getal monsters (4 721) wat vir *L. natalensis* op rekord is in 204 van die gevalle in dieselfde lokus as *L. columella* versamel is, is dit nogtans in minder as 1.0% van die totale getal monsters (2 304) wat vir laasgenoemde spesie op rekord is gelyktydig tydens dieselfde opname in dieselfde habitat gevind. In vergelyking hiermee het *L. truncatula* in 2.3% van die gevalle dieselfde habitat met *L. columella* tydens opnames gedeel.

Lymnaea truncatula is die enigste van die drie spesies wat nie in al die waterliggaamtipes wat in die databasis op rekord is, verteenwoordig is nie (Tabel 1). Die hoogste getal monsters van beide *L. natalensis* en *L. columella* is in riviere versamel, maar die persentasievoorkoms van eersgenoemde in riviere, spruite en damme het met nie meer as 4% van mekaar verskil nie en dieselfde geld vir die voorkoms van laasgenoemde spesie in riviere en damme. Daarteenoor was die persentasievoorkoms van *L. truncatula* in moerasse verreweg die hoogste (Tabel 1) en het dit betekenisvol van die voorkoms in al die ander waterliggaamtipes verskil (chi-kwadraatwaarde, $p < 0.05$). Die effekgroottes wat bereken is, toon dat die voorkoms van die drie spesies in riviere onderling nie betekenisvol van mekaar verskil het nie ($w < 0.3$),⁴ maar dat die voorkoms van *L. truncatula* in moerasse wel betekenisvol van die ander twee spesies in hierdie opsig verskil het ($w = / > 0.5$).⁴

TABEL 1: Waterliggaamtipes waarin die drie *Lymnaea* spesies aangetref is soos tydens versameling opgeteken

Waterliggaamtipes	Spesies						
	<i>L. natalensis</i> *4 721		<i>L. columella</i> *2 302		<i>L. truncatula</i> *723		C
	A	B	A	B	A	B	
Besproeiingsvoor	12	0.3%	24	1.0%	4	0.6%	113
Dam	1 120	23.7%	571	24.8%	69	9.5%	8 400
Dammetjie	125	2.6%	128	5.6%	12	1.7%	1 566
Fontein	42	0.9%	8	0.3%	18	2.5%	301
Gruisgroef	8	0.2%	4	0.2%	0	0%	122
Kanaal	26	0.6%	17	0.7%	2	0.3%	169
Moeras	217	4.6%	66	2.9%	300	41.5%	2 076
Pan	29	0.6%	5	0.2%	0	0%	306
Rivier	1 164	24.7%	663	28.8%	88	12.2%	7 507
Sementdam	75	1.6%	14	0.6%	1	0.1%	221
Sloot	63	1.3%	22	1.0%	19	2.6%	636
Spruit	1 000	21.2%	325	14.1%	139	19.2%	7 211
Vlei	5	0.1%	6	0.3%	4	0.6%	103
Watergat	22	0.5%	11	0.8%	2	0.3%	225

*: Totale getal versamelings op rekord vir elke spesie. A: voorkomsvrekwensie in 'n spesifieke waterliggaamtipe. B: % van die totale getal versamelings op rekord vir elke spesie. C: voorkomsvrekwensie van alle verteenwoordigers van die Mollusca op rekord vir 'n spesifieke waterliggaamtipe.

Die hoogste persentasie monsters van al drie spesies is in habitats versamel waarvan die watertoostande as permanent, staande, helder en vars opgeteken is en assosiasie met waterplante is in verreweg die meerderheid gevalle gerapporteer (Tabel 2).

TABEL 2: Watertoostande in die habitats van die drie *Lymnaea* spesies soos opgeteken tydens versameling

Spesies	Plante		Tipe		Vloeiensnelheid			Turbiditeit		Saliniteit		
	Aanwesig	Afwesig	Standhou- dend	Seisoonaal	Staande	Vinnig	Stadig	Helder	Modderig	Vars	Brak	
<i>Lymnaea natalensis</i>	A	3 733	206	3 353	348	1 903	324	1 506	2 873	689	3 080	115
	B	79.1%	4.4%	71.0%	7.4%	40.3%	6.9%	31.9%	60.9%	14.6%	65.2%	2.4%
*4 721												
	C	27 279	1 669	22 432	5 350	16 147	2 229	9 501	20 408	6 438	24 089	657
<i>Lymnaea columella</i>	A	1 857	67	1 631	199	907	210	720	1 434	332	1 558	58
	B	80.6%	2.9%	70.9%	8.6%	39.4%	9.1%	31.3%	62.3%	14.4%	67.6%	2.5%
*2 304												
<i>Lymnaea truncatula</i>	A	655	12	588	66	283	42	331	593	57	626	3
	B	90.6%	1.7%	81.3%	9.0%	39.1%	5.8%	45.8%	82.0%	7.9%	86.6%	0.4%
*723												

*: Totale getal versamelings op rekord vir elke spesie. A: voorkomsvrekwensie in 'n spesifieke watertoestand. B: % van die totale getal versamelings op rekord vir elke spesie. C: voorkomsvrekwensie van alle verteenwoordigers van die Mollusca op rekord vir 'n spesifieke watertoestand.

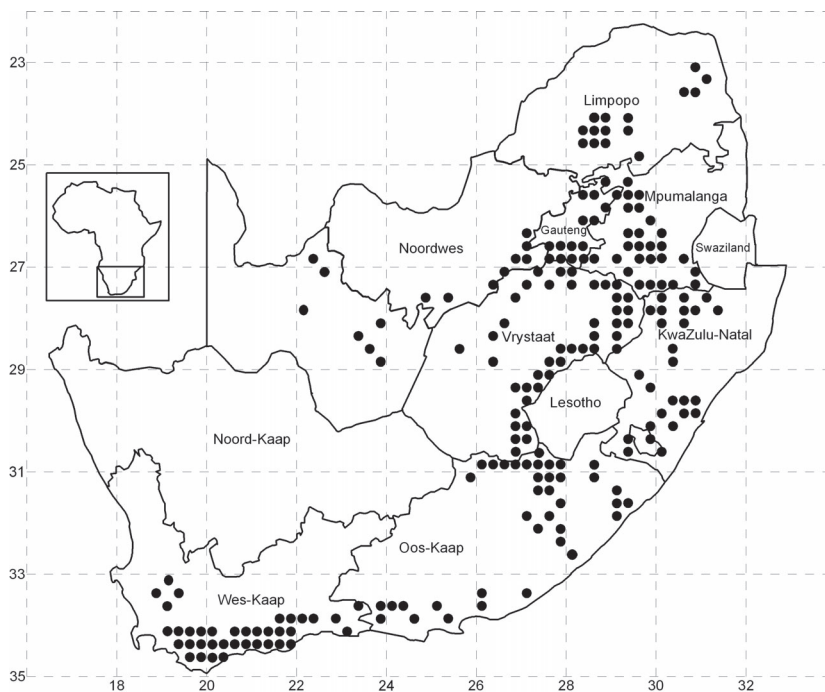
Geen betekenisvolle verskille kon tussen die voorkomsvrekwensie van *L. natalensis* in waterliggame gevind word waarvan die substratum as oorwegend modderig, klipperig of sanderig beskryf is nie ($p > 0.05$), maar 'n substraat van verrottende materiaal is slegs in 2.4% van die gevalle aangeteken en 'n lae persentasie voorkoms op hierdie tipe substraat is ook vir *L. truncatula* bereken (tabel 3). In teenstelling hiermee is die tweede hoogste persentasie voorkoms vir *L. columella* in habitats met 'n substratum van verrottende materiaal versamel terwyl dit in habitats met 'n sanderige substratum swak verteenwoordig was (Tabel 3). Die hoogste persentasie voorkoms van al drie spesies is egter vir habitats met 'n modderige substratum aangeteken.

Die grootste getal monsters van al drie spesies is in habitats versamel wat in lokusse geleë was wat in die interval van gemiddelde jaarlikse lugtemperatuur geval het wat vanaf 16-20°C gestrek het (Tabel 4). 'n Beduidende getal monsters van *L. truncatula* is egter ook in habitats wat in die interval wat vanaf 11-15°C gestrek het, versamel en dit was ook die enigste van die drie spesies wat in habitats voorgekom het wat geval het in die 6-10°C-interval. Daar was derhalwe dan ook 'n betekenisvolle verskil ($w \Rightarrow 0.5$)⁴ tussen die voorkoms van *L. truncatula* en van die ander twee spesies by die laasgenoemde twee intervalle. Hierdie groter assosiasie van *L. truncatula* met laer temperature word ook weerspieël deur die temperatuurindekse wat vir elke spesie bereken is (Tabel 5). Hiervolgens word *L. truncatula* tweede in rangorde van alle spesies in die databasis geplaas op grond van sy assosiasie met lae temperature. Die effekgroottes wat vir die temperatuurindekse bereken is (Tabel 5), toon dat daar 'n hoogsbeduidende verskil ($w > 0.5$)⁴ tussen die indekse van *L. truncatula* en van die ander twee spesies is.

TABEL 3: Substratumtipes in die habitats van die drie *Lymnaea* spesies soos tydens versameling beskryf is

Spesies		Substratumtipes			
		Modder	Klipperig	Sanderig	Verrottende-materiaal
<i>Lymnaea natalensis</i>	A	1 541	1 106	957	114
	B	32.6%	23.4%	20.3%	2.4%
*4 721					
	C	12 835	7 934	6 523	632
<i>Lymnaea columella</i>	A	647	574	38	590
	B	28.1%	24.9	1.6%	25.6%
*2 304					
<i>Lymnaea truncatula</i>	A	452	103	101	4
	B	62.5%	14.2%	14.0%	0.6%
*723					

*: Totale getal versamelings op rekord vir elke spesie. A: voorkomfrewensie van elke spesie op 'n spesifieke substratumtipe. B: % van die totale getal versamelings op rekord vir elke spesie. C: voorkomfrewensie van alle verteenwoordigers van die Mollusca op rekord vir 'n spesifieke substratumtipe.



Figuur 2: Kaart van Suid-Afrika waarop die voorkoms van positiewe serologiese toetse vir fasciolose onder veekuddes oor 'n periode van twee jaar aangetoon word. (Gebaseer op inligting goedgeunstiglik deur Virbac SA beskikbaar gestel).

TABEL4: Voorkomfrequentie van die versamelopunte van die drie *Lymnaea* spesies in geselekteerde intervale van gemiddelde jaarlikse lugtemperatuur en reënval, asook die gemiddelde hoogtes bo seevlak in Suid-Afrika

				Spesies		
				<i>L. natalensis</i>	<i>L. columella</i>	<i>L. truncatula</i>
				*(4 721)	*(2 304)	*(723)
T E M P E R A T U R	°C	6 – 10°C **354	A	0	0	95
			B	0%	0%	13.1%
		11 - 15°C **4 404	A	205	81	281
			B	4.3%	3.5%	38.9%
		16 - 20°C **25 604	A	3 802	1 979	343
			B	80.5%	85.9%	47.4%
		21 - 25°C **24 928	A	713	243	4
			B	15.1%	10.6%	0.6%
		26 – 30°C **4 276	A	1	1	0
			B	0.02%	0.04%	0%
R E Ë N V A L	mm	0 – 300 **975	A	72	159	7
			B	1.5%	6.9%	1.0%
		301 – 600 **11 994	A	1 675	818	210
			B	35.5%	35.5%	29.0%
		601 – 900 **19 799	A	2 750	1 225	500
			B	58.3%	53.2%	69.2%
		901 – 1 200 **1 203	A	221	96	6
			B	4.7%	4.2%	0.8%
		1 201 – 1 500 **28	A	30.06%	40.2%	00%
			B	3	4	0
H O O G T E	m	0 – 500 **6 747	A	708	860	45
			B	15.0%	37.4%	6.2%
		501 – 1 000 **4 491	A	866	524	30
			B	18.3%	22.8%	4.1%
		1 001 – 1 500 **14 918	A	2 465	778	195
			B	52.2%	33.8%	27.0%
		1 501 – 2 000 **6 998	A	680	135	229
			B	14.4%	5.9%	31.7%
		2 001 – 2 500 **586	A	2	5	158
			B	0.04%	0.2%	22.9%
2 501 – 3 000 **259	A	0	0	66		
	B	0%	0%	9.1%		

*: Totale getal versamelings op rekord vir elke spesie. **: voorkomfrequentie van alle verteenwoordigers van die Mollusca op rekord vir 'n lokaliteit wat in 'n spesifieke interval val. A: voorkomfrequentie van elke spesie in 'n lokaliteit wat in 'n spesifieke interval val. B: persentasie van die totale getal versamelings op rekord vir elke spesie.

TABEL 5: Frekwensieverspreiding in temperatuurintervalle en temperatuurindeks van die drie *Lymnaea* spesies in vergelyking met die ander Mollusca in die databasis van die Nasionale Varswaterslakversameling
***Indeks: Temperatuurindeks **SA: Standaardafwyking ***VK: Variansiekoeffisiënt**

Mollusca	Temperatuurintervalle en -indekse									
	Getal monsters	5-10°C	11-15°C	16-20°C	21-25°C	26-30°C	*Indeks	**SA	***VK	Effek-grootte
<i>Pisidium viridarium</i>	636	201	270	163	2		1,947	0,764	39,225	-0,534
<i>Lymnaea truncatula</i>	723	95	281	343	4		2,354	0,709	30,135	0,000
<i>Pisidium casertanum</i>	5		2	3			2,600	0,548	21,066	0,347
<i>Pisidium langleyanum</i>	627	18	173	430	6		2,676	0,544	20,328	0,454
<i>Pisidium costulosum</i>	425	1	138	282	4		2,680	0,492	18,344	0,460
<i>Bulinus tropicus</i>	8 448	32	2 326	5 860	230		2,744	0,502	18,305	0,551
<i>Gyraulus conollyi</i>	969		185	777	7		2,816	0,406	14,404	0,652
<i>Ceratophallus natalensis</i>	1 797		299	1 430	68		2,871	0,433	15,092	0,730
<i>Ferrissia (alle spesies)</i>	540		72	420	47	1	2,957	0,476	16,099	0,807
<i>Burnupia (alle spesies)</i>	2 778	7	287	2 384	100		2,928	0,380	12,970	0,813
<i>Bulinus reticulatus</i>	296		6	287	3		2,990	0,174	5,832	0,897
<i>Assiminea umlasiانا</i>	2			2			3,000	0,000	0,000	0,911
<i>Tomichia cawstoni</i>	4			4			3,000	0,000	0,000	0,911
<i>Tomichia difereus</i>	10			10			3,000	0,000	0,000	0,911
<i>Tomichia lirata</i>	2			2			3,000	0,000	0,000	0,911
<i>Tomichia ventricosa</i>	89			89			3,000	0,000	0,000	0,911
<i>Tomichia trisitis</i>	81			79	2		3,025	0,156	5,162	0,946
<i>Unio caffer</i>	76		6	63	6	1	3,026	0,461	15,237	0,948
<i>Physa acuta</i>	755			719	36		3,048	0,213	6,997	0,978
<i>Bulinus depressus</i>	552			519	33		3,060	0,237	7,755	0,995
<i>Arcuatula capensis</i>	15			14	1		3,067	0,258	8,420	1,005
<i>Lymnaea columella</i>	2 304			1 979	243	1	3,071	0,371	12,072	1,012
<i>Lymnaea natalensis</i>	4 721			3 802	713	1	3,108	0,429	13,789	1,064
<i>Assiminea bifasciata</i>	17			15	2		3,118	0,332	10,652	1,077
<i>Gyraulus costalatus</i>	736			580	135	1	3,159	0,437	13,836	1,135
<i>Bulinus forskalii</i>	1 209			985	204	3	3,160	0,409	12,948	1,136

TABEL 5: (vervolg)

Mollusca	Temperatuurintervalle en -indekse							Effek- grootte			
	Getal monsters	5 -10°C	11 - 15°C	16 - 20°C	21 - 25°C	26 - 30°C	*Indeks		**SA	***VK	
<i>Pisidium ovampicum</i>	6			5	1			3.167	0.408	12.892	1.146
<i>Sphaerium capense</i>	25		1	17	7			3.240	0.523	16.136	1.250
<i>Bulinus africanus</i> groep	2930		9	2155	760	6		3.260	0.450	13.816	1.278
<i>Corbicula fluminalis</i>	390		1	291	94	4		3.267	0.437	13.384	1.288
<i>Tomichia natalensis</i>	23			16	7			3.304	0.470	14.238	1.340
<i>Assiminea ovata</i>	5			3	2			3.400	0.548	16.109	1.475
<i>Thiara amaranula</i>	10			6	4			3.400	0.516	15.188	1.475
<i>Melanoides victoriae</i>	49			29	19	1		3.429	0.540	15.752	1.516
<i>Biomphalaria pfeifferi</i>	1639		5	880	751	3		3.459	0.508	14.692	1.558
<i>Coelatura framesi</i>	6			3	3			3.500	0.548	15.649	1.616
<i>Neritina natalensis</i>	16			8	8			3.500	0.516	14.754	1.616
<i>Septaria tessellaria</i>	2			1	1			3.500	0.707	20.203	1.616
<i>Bulinus natalensis</i>	244			97	145			3.588	0.510	14.204	1.740
<i>Segmentorbis planodiscus</i>	27			9	18			3.667	0.480	13.101	1.851
<i>Segmentorbis angustus</i>	32			7	25			3.781	0.420	11.108	2.013
<i>Melanoides tuberculata</i>	305			64	237	4		3.803	0.430	11.305	2.044
<i>Pisidium pirothi</i>	23			4	19			3.826	0.388	10.129	2.076
<i>Chambardia wahlbergi</i>	36			7	28	1		3.932	0.398	10.111	2.225
<i>Aplexa marmorata</i>	9				9			4.000	0.000	0.000	2.322
<i>Bellamyia capillata</i>	31				31			4.000	0.000	0.000	2.322
<i>Eupera ferruginea</i>	169			6	157	6		4.000	0.267	6.682	2.322
<i>Lentorbis carringtoni</i>	8				8			4.000	0.000	0.000	2.322
<i>Lentorbis junodi</i>	12				12			4.000	0.000	0.000	2.322
<i>Segmentorbis kanisaensis</i>	9				9			4.000	0.000	0.000	2.322
<i>Chambardia petersi</i>	39			1	36	2		4.000	0.272	6.804	2.322
<i>Cleopatra ferruginea</i>	73				71	2		4.019	0.139	3.450	2.349
<i>Lanistes ovum</i>	41				38	3		4.065	0.250	6.144	2.413

Die grootste getal monsters van al drie spesies is in habitats versamel wat in die interval van gemiddelde jaarlikse reënval geval het wat vanaf 601-900mm gestrek het (Tabel 4). Betreffende gemiddelde hoogte bo seevlak is dit opvallend dat *L. truncatula* die enigste van die drie spesies was waarvan monsters in habitats versamel is wat in die interval wat vanaf 2 501-3 000m gestrek het, geleë was (Tabel 4).

Die resultate van positiewe serologiese toetse vir die teenwoordigheid van lewerbot onder veekuddes in geselekteerde streke in Suid-Afrika (Virbac Suid-Afrika, persoonlike kommunikasie, 2006) word in Figuur 2 weergegee. Soortgelyke toetse onder veekuddes in KwaZulu Natal het getoon dat 401 van die 807 monsters wat gedurende 2005 ontvang is, positief was en dat vir 2006 tot en met die einde van Augustus 735 monsters ontvang is waarvan 305 positief getoets het (Allerton Provincial Veterinarian Laboratories, persoonlike kommunikasie 2006).

BESPREKING

Die omstandigheid dat *L. natalensis* in 286 lokusse waarin opnames vir varswaterslakke gemaak is die enigste *Lymnaea* spesie was wat gevind kon word, suggereer dat dit oor 'n wye omvang van verdraagsaamheid ten opsigte van omgewingstoestande beskik. 'n Vergelyking van die voorkoms van die drie spesies by die verskillende parameters wat in tabelle 1 tot 4 uiteengesit is, toon egter dat slegs *L. truncatula* ten opsigte van sy voorkoms in moerasse en groter assosiasie met laer temperature noemenswaardig van die ander twee spesies verskil het. Sy voorkeur vir hierdie twee omgewingsfaktore kan derhalwe as moontlike verklaring aangevoer word vir sy beperkte geografiese verspreiding in Suid-Afrika. Op grond van die resultate van lewenstabel-eksperimente by geselekteerde konstante en sirkadiëse temperatuur regimes het De Kock en Van Eeden⁵ en De Kock⁶ tot die gevolgtrekking gekom dat temperatuur, anders as by *L. truncatula*, waarskynlik nie 'n belangrike rol in die verspreiding van *L. natalensis* speel nie, 'n afleiding wat deur sy gedokumenteerde geografiese verspreiding (Figuur 1) ondersteun word. Geen betekenisvolle verskille kon aangetoon word tussen die voorkomingsfrekwensie van *L. natalensis* en *L. columella* by die verskillende temperatuurintervalle (Tabel 4) en die temperatuurindeks (Tabel 5) wat vir die twee spesies bereken is nie. Hieruit kan afgelei word dat temperatuur moontlik ook nie 'n belangrike rol in die verspreiding van *L. columella* gespeel het nie en dit word ook ondersteun deur sy gedokumenteerde geografiese verspreiding (Figuur 1). Die enigste betekenisvolle verskille wat tussen hierdie twee spesies betreffende die ondersoekte omgewingsparameters aangetoon kon word, was in hulle frekwensievoorkoms in habitats waarvan die substratum as oorwegend sanderig en as bestaande uit oorwegend verrottende materiaal beskryf is (Tabel 3). Alhoewel dit nie betekenisvol van mekaar verskil het nie, is 'n groter persentasie van die monsters van *L. columella* in habitats versamel waarvan die water as vinnig vloeiend beskryf is as in die geval van *L. natalensis*. 'n Logiese verklaring vir die wyer geografiese verspreiding en groter getal monsters wat vir *L. natalensis* in vergelyking met *L. columella* op rekord is, is die omstandigheid dat eersgenoemde 'n inheemse spesie is wat reeds in 1848 aan die hand van eksemplare wat in KwaZulu Natal versamel is, beskryf is,⁷ terwyl laasgenoemde 'n eksotiese indringerspesie is waarvan die teenwoordigheid in Suid-Afrika eers in die vroeë 1940's gerapporteer is.^{8,9,10} Dit is egter reeds vermeld dat *L. columella* hom as die mees suksesvolle indringerspesie in Suid-Afrika bewys het en dit word bevestig deur die data in die NVWSV wat toon dat dit naas *Bulinus tropicus* en *L. natalensis* die mees wydverspreide varswaterslakspesie in ons land is. Laboratorium eksperimente het daarop gedui dat *L. columella* teoreties beter toegerus sou wees as *L. natalensis* om homself onder bepaalde toestande in die natuur te vestig¹⁰ en daarbenewens word sy vermoë om op klam modder te kan oorleef as nog 'n bydraende bate tot sy sukses as koloniseerder beskou.⁸ Die moontlikheid dat *L. columella* in die toekoms selfs 'n wyer geografiese verspreiding as *L. natalensis* sou kon bereik,

is reeds in 1989 geopper.¹⁰ 'n Vergelyking van die resultate van omvattende slakopnames in die Nasionale Krugerwildtuin in 1995,¹¹ 2001¹² en 2006¹³ met vroeëre opnames,¹⁴ toon dat *L. columella* inderdaad tans in meer waterliggame as *L. natalensis* voorkom, terwyl dit tot en met 1967¹⁴ presies die teendeel was.

Lymnaea natalensis dien as die belangrikste, indien nie die enigste, tussengasheer vir *Fasciola gigantica* wat die mees algemene lewerbotspesie in Afrika is en dwarsdeur tropiese en subtropiese Afrika voorkom.¹⁵ *Fasciola hepatica* is, betreffende suidelike Afrika, nog net betroubaar uit Lesotho gerapporteer waar die tradisionele tussengasheerslak, *L. truncatula*, wydverspreid voorkom.¹⁶ Die wydverspreide voorkoms van die indringerspesie, *L. columella*, kompliseer egter die epidemiologie van fasciolose in Suid-Afrika omdat dit elders in die wêreld waar dit ingedring het as 'n verenigbare tussengasheer vir *F. hepatica* geblyk te wees het.^{17,18,19} Alhoewel dit in Suid-Afrika eksperimenteel as verenigbaar met beide *F. gigantica* en *F. hepatica* bevind is,⁹ vermeld Brown¹⁵ dat die rol wat *L. columella* in die epidemiologie van fasciolose in Suid-Afrika speel, nog hoegenaamd nie geëvalueer is nie. Na ons wete is dit nog steeds die geval en bly dit steeds 'n onopgeloste vraagstuk, maar Boray¹⁹ het reeds in 1978 voorspel dat gasheer parasietverhoudings tussen nuwe kombinasies van *Fasciola* en *Lymnaea* spesies deur adaptasie sou kon verbeter. Daarbenewens sou die semi-amfibiese gewoontes van *L. columella* boonop die ensistering van metaserkarië op die randplantegroei kon vergemaklik waar dit meer toeganklik vir die vee wat as gashere optree, sou wees en derhalwe geleentheid vir transmissie van die parasiet kon verhoog.¹⁵

Besmetting met *Fasciola* spp. het 'n welbekende hoë patogeniese impak op mense, maar is tradisioneel as 'n sekondêre soönotiese siekte beskou as gevolg van die sporadiese voorkoms daarvan. 'n Oorsig deur Chen en Mott²⁰ het egter getoon dat fasciolose onder mense 'n veel belangriker gesondheidsrisiko is as wat voorheen gemeen is. Volgens Esteban et al.²¹ is dit 'n grootliks onderskatte siekte en besmetting van mense kom inderdaad op alle kontinente voor en prevalensie is daarbenewens hoog in sommige lande.

Alhoewel lewerbotinfeksies onder mense in Afrika vroeër uitsonderlik was,²² is dit tans egter nie meer die geval nie. In 'n verslag oor die voorkoms van gevalle van fasciolose onder mense in noordwes Etiopië, kom Bayu et al.²³ tot die slotsom dat die prevalensie onderskat word weens 'n gebrek aan bewustheid en onbevredigende rapportering daarvan. Volgens Curtale et al.²⁴ het die gerapporteerde gevalle van fasciolose onder mense in Egipte drasties toegeneem gedurende die afgelope jare en prevalensiekoerse so hoog as 12.8% is deur Esteban et al.²⁵ vir sommige gebiede in die Nyl Delta gerapporteer.

Die enigste gevalle van fasciolose onder mense in Suid-Afrika wat in die literatuur gerapporteer is, is na ons wete gedoen deur Schutte et al.²⁶ wat in 'n ondersoek van 7 569 skoolkinders in KwaZulu Natal 22 individue gevind het wat eiers van *Fasciola* in hulle stoelgang gepasseer het. Ons pogings om resente statistieke by verskeie instansies en persone oor moontlike gevalle van fasciolose onder mense in Suid-Afrika te bekom, was heeltemal onsuksesvol. Te oordeel aan beskikbare statistieke vir elders in die wêreld, is ons van mening dat dit egter onwys sou wees om sonder meer te aanvaar dat geen probleem in hierdie opsig in Suid-Afrika bestaan nie. Reeds in 1995 was die geraamde getal mense wat onder fasciolose gebuk gegaan het 2.4 miljoen in 61 lande en was daar 'n verdere 180 miljoen wat die risiko geloop het om besmet te raak.²⁷ Volgens hierdie verslag kom die grootste getal besmettings in Bolivië, China, Ecuador, Egipte, Frankryk, die Islamse Republiek van Iran, Peru en Portugal voor en het dit tans die belangrikste voedsel gedraagde trematodinfeksie geword en word dit in toenemende mate as kommerwekkend beskou. Mas-Coma et al.²⁸ is ook van mening dat die beeld van fasciolose onder mense in resente jare verander het, want besmetting het sedert 1980 so betekenisvol toegeneem dat dit nie langer as net 'n sekondêre soönotiese siekte nie, maar as 'n belangrike parasitiese siekte van mense geag moet word. Brown¹⁵ is van mening dat die lae prevalensie

van fasciolose in Afrika moontlik daaraan toegeskryf sou kon word dat dit gewoonlik nie die gebruik van die inwoners is om waterbronskors te eet wat as die algemene bron van infeksie van mense in die gematigde noordelike lande beskou word nie. In onlangse ondersoeke is egter drywende metaserkarië geïsoleer en kon eksperimenteel aangetoon word dat dit meer besmetlik as die geënsisterde vorme is en dat mense wat gekontameneerde water drink of daarin swem op hierdie wyse besmet kan raak.²⁴

Bayu et al.²³ is van mening dat daar van die hoë prevalensie van fasciolose onder beeste en skape in die Etiopiese hooglande afgelei kan word dat hierdie parasitiese siekte 'n betekenisvolle impak op die gesondheid van mense in daardie gebiede kan hê. 'n Vergelyking van figure 1 en 2 toon dat die geografiese verspreiding van die drie *Lymnaea* spesies in Suid-Afrika grootliks met die voorkoms van positiewe serologiese toetse vir fasciolose onder veekuddes ooreenstem. In Suid-Afrika is daar talle informele nedersettings waar die plaaslike bevolking noodgedwonge die beskikbare natuurlike waterhulpbronne met hulle vee moet deel en waar dikwels minstens een en soms twee *Lymnaea* spesies teenwoordig mag wees. Onder sulke omstandighede mag inwoners moontlik daaglik aan die risiko om fasciolose op te doen, blootgestel wees en mag fasciolose in Suid-Afrika moontlik ook 'n onder gerapporteerde parasitiese siekte, soos vir Etiopië gerapporteer,²³ wees. Die potensiële risikogebiede vir besmetting met lewerbot in Suid-Afrika is veel wyer as in die geval van skistosomose want die omvang van die geografiese verspreiding van die drie *Lymnaea* spesies is veel groter as in die geval van die varswaterslakspesies wat die transmissiesiklus van skistosomose onderhou.^{2,29}

In die ondersoek van Curtale et al.²⁴ in Egipte is die bestaan van 'n baie duidelike tendens betreffende die ouderdom van besmette persone geïdentifiseer, naamlik dat dit veral kinders en adolessente was wat positief vir fasciolose bevind is. Hierdie outeurs maak gevolglik die aanbeveling dat beheermaatreëls gerig op skoolgaande kinders onmiddellik ingestel behoort te word of met bestaande beheerprogramme teen byvoorbeeld skistosomose, geïntegreer moet word. In aansluiting hierby, is ons van mening dat veel meer in Suid-Afrika gedoen behoort te word om die prevalensie van fasciolose onder plaaslike bevolkings in ten minste sommige risikogebiede te probeer vasstel. Programme behoort ook geloods te word om inwoners in risikogebiede bewus te maak van die moontlikhede om besmet te raak en wat die implikasies is wat besmetting vir hulle eie sowel as die welstand van hulle vee mag inhou. Daarbenewens behoort die voorkoms en verspreiding van varswaterslakke wat as tussengashere vir ekonomies belangrike helmintspesies kan optree op 'n gereelde grondslag gemoniteer te word, sodat potensiële risikogebiede daardeur geïdentifiseer en beheerprogramme daarvolgens beplan en geïmplementeer kan word.

BEDANKINGS

Ons opregte dank en waardering word hiermee betuig aan prof. H.S. Steyn van die Statistiese Konsultasiediens en prof. D.A. de Waal van die Sentrum vir Bedryfswiskunde en Informatika van die Noordwes-Universiteit, Potchefstroomkampus vir hulp met die prosessering en statistiese verwerking van die data. Ons opregte dank ook aan Virbac Suid-Afrika en Allerton Provincial Veterinarian Laboratories vir beskikbaarstelling van resultate van serologiese toetse. Finansiële steun van die Noordwes-Universiteit, Potchefstroomkampus word met dank erken.

BIBLIOGRAFIE

1. Brown, D.S. 1967. A review of the freshwater Mollusca of Natal and their distribution, *Ann. Natal Mus.* 18: 477-494.
2. De Kock, K.N. & Wolmarans, C.T. 2005. Distribution and habitats of the *Bulinus africanus* species group, snail intermediate hosts of *Schistosoma haematobium* and *Schistosoma mattheei* in South Africa, *Water SA*, 31: 117-125.

3. De Kock, K.N. & Wolmarans, C.T. 2005. Distribution and habitats of *Bulinus depressus* and possible role as intermediate host of economically important helminth parasites in South Africa, *Water SA*, 31: 491-496.
4. Cohen, J. 1977. *Power analysis for the behavior sciences*, revised ed., Academic Press, Orlando.
5. De Kock, K.N. & Van Eeden, J.A. 1985. Effect of constant temperature on population dynamics of *Bulinus tropicus* (Krauss) and *Lymnaea natalensis* Krauss. *J. Limnol. Soc. Sth. Afr.*, 11: 27-31.
6. De Kock, K.N. 1985. Effect of programmed circadian temperature fluctuations on population dynamics of *Bulinus tropicus* (Krauss) and *Lymnaea natalensis* Krauss (Gastropoda : Mollusca), *J. Limnol. Soc. Sth. Afr.*, 11: 71-74.
7. De Kock, K.N., Wolmarans, C.T., Strauss, H.D. & Killian, M. 2001. Verspreiding en habitats van *Lymnaea natalensis*, tussengasheerslak van die lewerbot *Fasciola gigantica* in Suid-Afrika, *Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Natuurwetenskap en Tegnologie*, 20: 49-53.
8. Van Eeden, J.A. & Brown, D.S. 1966. Colonization of fresh waters in the Republic of South Africa by *Lymnaea columella* Say (Mollusca : Gastropoda), *Nature*, 210: 1172-1173.
9. Brown, D.S. 1980. *Freshwater snails of Africa and their medical importance*. London: Taylor & Francis.
10. De Kock, K.N., Joubert, P.H. & Pretorius, S.J. 1989. Geographical distribution and habitat preferences of the invader freshwater snail species *Lymnaea columella* (Mollusca: Gastropoda) in South Africa, *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, 56: 271-275.
11. De Kock, K.N. & Wolmarans, C.T. 1998. A re-evaluation of the occurrence of freshwater molluscs in the Kruger National Park. *Koedoe*, 41: 1-8.
12. De Kock, K.N., Wolmarans, C.T. & Du Preez, L.H. 2002. Freshwater mollusc diversity in the Kruger National Park: a comparison between a period of prolonged drought and a period of exceptionally high rainfall. *Koedoe*, 45:1-11.
13. De Kock, K.N. & Wolmarans, C.T. 2006. The current status of freshwater molluscs in the Kruger National Park. *Koedoe*, 49:39-44.
14. Oberholzer, G. & Van Eeden, J.A. 1967. The freshwater molluscs of the Kruger National Park, *Koedoe*, 10: 1-42.
15. Brown, D.S. 1994. *Freshwater snails of Africa and their medical importance*, revised 2nd ed. London: Taylor & Francis.
16. Prinsloo, J.F. & Van Eeden, J.A. 1973. The distribution of the freshwater molluscs in Lesotho with particular reference to the intermediate host of *Fasciola hepatica*, *Wetenskaplike Bydraes Potchefstroom Univ. B, Natuurwet.*, 60: 1-28.
17. Pullan, N.B. & Whitten, L.K. 1972. Liver fluke, *Fasciola hepatica*, in New Zealand. A spreading parasite in sheep and cattle, *New Zealand Veterinary Journal*, 20: 69-72.
18. Boray, J.C., Fraser, G.C., Williams, J.D. & Wilson, J.M. 1985. The occurrence of the snail *Lymnaea columella* on grazing areas in New South Wales and studies on its susceptibility to *Fasciola hepatica*. *Australian Veterinary Journal*, 62: 4-6.
19. Boray, J.C. 1978. The potential impact of exotic *Lymnaea* spp. on fascioliasis in Australasia. *Veterinary Parasites*, 4: 127-141.
20. Chen, M.G. & Mott, K.E. 1990. Progress in assessment of morbidity due to *Fasciola hepatica* infection: a review of recent literature. *Trop. Dis. Bull.*, 87: R1-R38.
21. Esteban, J.G., Flores, A., Aquirre, C., Strauss, W., Angles, R. & Mas-Coma, S. 1997. Presence of very high prevalence and intensity of infection with *Fasciola hepatica* among Aymara children from Northern Bolivian Altiplano. *Acta Trop.*, 66: 1-14.
22. Goldsmid, J.M. 1975. Ecological and cultural aspects of human trematodiasis (excluding schistosomiasis) in Africa. *Central African Journal of Medicine*, 21: 49-53.
23. Bayu, B., Asnake, S., Woretaw, A., Ali, J., Gedefaw, M., Fente, T., Getachew, A., Tsegaye, S., Dagne, T. & Yitayew, G. 2005. Cases of human fascioliasis in north-west Ethiopia. *Ethiopian Journal Health Division*, 19: 237-240.
24. Curtale, F., Hassanein, Y.A.E-W., El Wakeel, A., Mas-Coma, S. & Montresor, A. 2003. Distribution of human fascioliasis by age and gender among the rural population in the Nile Delta, Egypt. *J. Trop. Pediatr.*, 49: 264-268.
25. Esteban, J.G., Gonzales, C., Curtale, F., Muñoz-Antoli, C., Valero, M.A., Bargues, M.D., El Sayed, M., El Wakeel, A., Abdel-Wahab, Y., Montresor, A., Engels, D., Savioli, L., & Mas-Coma, S. 2003. Hyperendemic

- fascioliasis associated with schistosomiasis in villages in the Nile Delta of Egypt. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 69: 429-437.
26. Schutte, C.H.J., Eriksson, I.M., Anderson, C.B. & Lamprecht, T. 1981. Intestinal parasitic infections in black scholars in northern KwaZulu. *South African Medical Journal*, 60: 137-141.
 27. WGO 1995. Control of food borne trematode infections. Report of a WHO Study Group. World Health Organization, Geneva, Technical Report Series No. 849.
 28. Mas-Coma, M.S., Esteban, J.G. & Bargues, M.D. 1999. Epidemiology of human fascioliasis: a review and proposed new classification. *Bulletin of the World Health Organization*, 77: 340-346.
 29. De Kock, K.N. & Wolmarans, C.T. 2004. Distribution and habitats of *Biomphalaria pfeifferi*, snail intermediate host of *Schistosoma mansoni*, in South Africa. *Water SA*, 30: 29-36.