



Oorlewing van die skerpioen *Opisthophthalmus pugnax* (Scorpionidae) ná blootstelling aan 'n letale dosis SO₂-gas

Author:Willie J. van Aardt¹**Affiliation:**

¹School of Biological Sciences, North-West University, Potchefstroom Campus, South Africa

Correspondence to:

Willie van Aardt

Email:

willie.vanaardt@nwu.ac.za

Postal address:

Private Bag X6001,
Potchefstroom, South Africa

Dates:

Received: 07 Nov. 2012

Accepted: 22 Apr. 2013

Published: 10 June 2013

How to cite this article:

Van Aardt, W.J., 2013, 'Oorlewing van die skerpioen *Opisthophthalmus pugnax* (Scorpionidae) ná blootstelling aan 'n letale dosis SO₂-gas', *Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Natuurwetenskap en Tegnologie* 32(1), Art. #390, 3 pages. <http://dx.doi.org/10.4102/satnt.v32i1.390>

Copyright:

© 2013. The Authors.
Licensee: AOSIS
OpenJournals. This work is licensed under the Creative Commons Attribution License.

Read online:

Scan this QR code with your smart phone or mobile device to read online.

Skerpioene is bekend vir hul aanpasbaarheid by toestande in 'n droë habitat, min voedsel en radioaktiewe bestraling. Niks is bekend oor hul aanpasbaarheid by skadelike gasse nie. Resultate van hierdie eksperiment by *Opisthophthalmus pugnax* bewys dat hulle 'n hoë dosis van 1000 dele per miljoen SO₂ kan oorleef wat nie die geval is by die mens nie. Byvoorbeeld, die suurstofverbruikskoers neem eerder toe van 4.16 μmol/g⁻¹uur⁻¹ na 7.69 μmol/g⁻¹uur⁻¹, een uur ná blootstelling aan SO₂. Veertig minute na blootstelling was die MO₂ steeds bykans twee keer hoër in vergelyking met die MO₂ aan die begin. Hierdie bevinding moet deur verdere eksperimente nagevors word, veral wat die rol van spirakulumsluiting speel by blootstelling aan SO₂.

Survival of the scorpion *Opisthophthalmus pugnax* (Scorpionidae) after exposure to a lethal dosage SO₂ gas. Scorpions are well known for their ability to adapt to dry habitats, scarcity of food and radioactive radiation. Nothing is known about their response to toxic gases. Results from this experiment showed that a high dose of 1000 parts per million SO₂ was not lethal for *Opisthophthalmus pugnax*; compare this to humans who cannot tolerate and survive high SO₂ levels. In fact, the oxygen production rate increased from 4.16 μmol/g⁻¹hour⁻¹ to 7.69 μmol/g⁻¹hour⁻¹ after exposure of one hour to SO₂. Forty minutes after exposure, MO₂ was still nearly twice as high compared with the MO₂ value at the beginning. Further experiments are suggested to solve the problem of possible spiracle occlusion caused by SO₂.

Inleiding

Dit is bekend dat skerpioene van die weinige diere is wat hoë dosisse ioniserende straling, wat deur atoombomme en kernkragstasies veroorsaak word, oorleef. Die fisiologiese meganismes wat skerpioene ontwikkel het om hierdie tipe straling te oorleef is nog nie volledig bekend nie (Goyffon & Roman 2001). Die belangrikste faktor wat die oorlewing van skerpioene bepaal, is die verwoesting van hul habitat deur die mens. Die bevolking in Gauteng neem elke vyf jaar met 20% toe en populasiedigtheid is reeds 432 mense per vierkante kilometer (Statistics South Africa 2001). In 'n ondersoek na die populasievoorkoms van *Opisthophthalmus pugnax* in Gauteng, het Engelbrecht (2005) hul kleinste lewensvatbare populasiegrootte (KLP) bepaal. Dit is die getalle wat 'n spesie moontlik moet bereik ten einde binne 'n bepaalde tydgleuf te kan oorleef of uit te sterf (Shaffer 1981). Die kleinste lewensvatbare oppervlak vir 2000 individue van *O. pugnax* in Gauteng is op gemiddeld 431.57 ha vasgestel (Engelbrecht 2005). Landbougrond maak ongeveer 25% van die provinsie uit wat die biodiversiteit van skerpioene en ander fauna verder onder druk plaas (Wessels et al. 2003). 'n Tweede faktor wat die populasiedigtheid beïnvloed, is die besoedeling van lug deur gasse soos SO₂. Die toename van SO₂ van 10 μg/m³ in 1968 tot meer as 50 μg/m³ in 1994 is in die Pretoria-omgewing gemeet, asook in die omgewing van Middelburg, Mpumalanga, waar groot hoeveelhede steenkool verbrand word (Van Zyl & Kruger 1996). Ander bronne van SO₂-lugbesoedeling is die smelt van lood en die produksie van pulp, papier en glas. Die Suid-Afrikaanse Wet op Lugkwaliteit van 2004 (Wet nr. 39 van 2004) bepaal die maksimale blootstellingstyd vir mense aan 500 μg/m³ SO₂ is 10 minute; aan 350 μg/m³ is dit een uur; en aan 125 μg/m³ 24 uur (Departement van Omgewingsake [DEAT] 2009). Blootstelling van 'n persoon aan 2 dpmv (2 dele per miljoen volume = 4500 μg/m³ SO₂) veroorsaak ongemak bo in die respirasiegange. As 'n mens of ander soogdier aan 400 dpmv SO₂ blootgestel word, is die oorlewingsduur slegs 'n paar minute (Cook 1989).

In hierdie studie is *Opisthophthalmus pugnax* aan 1000 dpmv SO₂ blootgestel. Die redes vir die hoë dosis was om vas te stel of *O. pugnax* ook, soos soogdiere, binne minute sal sterf. Hierdie aanname is gegrond op die feit dat boeklonge by skerpioene fisiologies en anatomies groot ooreenkomste toon met die longe van soogdiere en dat fisiese gasuitruiling deur diffusie na 'n respirasiepigment



by die twee diergroepe eenders verloop (Polis 1990). Daarom word hier gepostuleer dat skerpioene, net soos die mens, binne 'n paar minute aan 'n oormaat SO_2 sal sterf. Hierdie hipotese word deur die volgende eksperiment getoets.

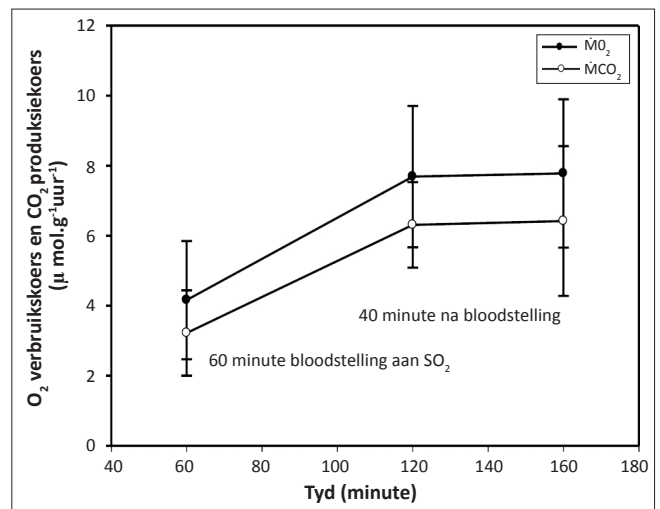
Materiaal en metodes

Dertien skerpioene (2.199 g tot 4.521 g, agt mannetjies en vyf wyfies) is gedurende die dag versamel in die rante van die Noord-Wes Universiteit se vakansieoord, Nooitgedacht, 17 km suidoos van Potchefstroom (S.26°55'10" O.27°10'5"). Die skerpioene is elk versigtig uitgegrawe uit hul 15 cm tot 20 cm lang tunnel (Van Aardt & Le Roux 2010). In die laboratorium is hul individueel aangehou by 23 °C tot 25 °C in 'n plastiekfles (2 L) halfvol klam grond waarop 'n keramiekteël geplaas is. Die skerpioen het 'n vertikale tunnel onder die teël gegrawe waar hulle bedags geskuil het. Een keer per week is hulle gevoer met graskriekie of meelwurms. Hulle is ook van voldoende water voorsien en die grond is klam gehou (Van Aardt & Le Roux 2010).

Die skerpioene is afsonderlik vir 60 minute in die respirasiekamer geplaas waarna die MO_2 en MCO_2 vir tien minute gemeet is. Hierna is die respirasiekamer, van een liter, weer met vars lug gevul en is een milliliter suiwer SO_2 (Afrox, Suid-Afrika) in die respirasiekamer ingespuut. Volgens die berekening (Drägerwerk 1992) verskaf een milliliter van hierdie gas 2658.1 $\mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$. Die respirasiekamer is vir die duur van die blootstelling aan SO_2 afgesluit van die omgewing buite en geen MO_2 - en MCO_2 -metinge is gedoen nie. Na die blootstelling van een uur aan SO_2 is die respirasiekamer geopen om die SO_2 uit te spoel. Daarna is vars lug weer deur die stelsel gepomp teen 'n koers van 50 mL per minuut by 'n temperatuur van 25 °C. Die MO_2 asook MCO_2 is vyf minute na uitspoeling gemeet. Die stelsel vir deurvloei-respirometrie bestaan uit 'n suurstofanaliseerder (Ametek, S-3A) en CO_2 -analiseerder (Li-COR, LI-6251) wat met 'n elektroniese telapparaat, pompe en 'n rekenaar deur Sable Systems (Salt Lake City, VSA) aangedryf word (Lighton 1991). Die data is met mekaar vergelyk deur die toepassing van 'n betroubaarheidsinterval van 5% ($p < 0.05$) (Tukey 1977).

Resultate

Die suurstofverbruik van *Opisththalmus pugnax* voor SO_2 -behandeling was gemiddeld 4.16 $\mu\text{mol}/\text{g}^{-1}\text{uur}^{-1}$ wat vermeerder het na gemiddeld 7.69 $\mu\text{mol}/\text{g}^{-1}\text{uur}^{-1}$ ná een uur blootstelling, en 40 minute ná die behandeling met SO_2 tot gemiddeld 7.78 $\mu\text{mol}/\text{g}^{-1}\text{uur}^{-1}$ (Figuur1). Dieselfde tendens is waargeneem met die produksie van CO_2 waar dit ná SO_2 -blootstelling van een uur van gemiddeld 3.22 $\mu\text{mol}/\text{g}^{-1}\text{uur}^{-1}$ toeneem na gemiddeld 6.31 $\mu\text{mol}/\text{g}^{-1}\text{uur}^{-1}$, en 40 minute ná die SO_2 -blootstelling tot 6.42 $\mu\text{mol}/\text{g}^{-1}\text{uur}^{-1}$. Daar is 'n statisties betekenisvolle verskil slegs tussen die twee MCO_2 -waardes, voor en ná SO_2 -blootstelling (Figuur1). Die bevinding dat die MO_2 - en MCO_2 -waardes ná SO_2 -blootstelling verhoog, is by elk van die 13 skerpioene waargeneem.



FIGUUR 1: 'n Grafiese voorstelling van die gemiddelde MO_2 en MCO_2 voor en na blootstelling van 13 skerpioene aan SO_2 . 'n Vertikale balkie op die gemiddelde waardes stel die standaardafwyking voor.

Bespreking

In teenstelling met die verwagting dat die skerpioene binne 'n paar minute ná blootstelling aan SO_2 sal omkom, het hulle ná een uur in die aanwesigheid van SO_2 gelewe, suurstof verbruik en koolsuurgas afgegee. Dit geld ook 40 minute ná die blootstellingstyd. Die feit dat MO_2 toeneem en nie afneem nie, is 'n aanduiding dat daar nie histologiese skade aan die boeklonge was nie. 'n Sterk moontlikheid bestaan dat al agt spirakulums (wat as dun spleetopening funksioneer) na elke boeklong afgesluit of toegeknypt word deur die *ventralis poststigmaticus*-spier. Hierdie afsluitmeganisme is by skerpioene goed ontwikkel sodat waterverlies in woestynggebiede deur die spirakulums tot 'n minimum beperk word (Polis 1990). By insekte word die spirakulums se oop- en toemaak beïnvloed deur beide pO_2 en pCO_2 (Chown & Nicolson 2004). Verder besit die dop of kutikula van die skerpioen se liggaam 'n lae permeabiliteit vir water en heel moontlik ook vir gasse soos SO_2 omdat versadigde langketting-hidrookoolstofwas op die epikutikulêre laag gesekreter word (Brownell & Polis 2001). 'n Verdere gegewe is dat skerpioene 'n lae metabolisme besit (Bridges, Le Roux & Van Aardt 1997) en as die spirakulums eksperimenteel toegemaak word (Van Aardt 2013), die d-laktaatkonsentrasie weens anaerobiese asemhaling in die hemolimf styg. Skerpioene is egter in staat om hoë konsentrasies d-laktaat in die hemolimf vir lang tye te kan verduur (Van Aardt 2013).

In die lig van bogenoemde waarnemings en afleidings is dit nodig dat, deur verdere eksperimente, bewysbare redes verkry word waarom *O. pugnax* goed weerstand bied teen die skadelike SO_2 -gas. Eerstens moet vasgestel word of die boeklonge wel sluit tydens SO_2 -blootstelling. Tweedens moet laer konsentrasies SO_2 ook getoets word om vas te stel by watter konsentrasies die spirakulums sluit. Derdens is dit nodig dat mikroskopiese en histologiese ondersoek gedoen word om vas te stel of enige weefsels van veral die boeklonge beskadig word tydens SO_2 -blootstelling. Laastens is dit wenslik om langer blootstellingstye toe te laat sodat SO_2 se effek op boeklongfunksie en die respirasiefisiologie



bestudeer kan word. Opsommend kan gesê word dat *O. pugnax* as skerpioen nie net weerstandigheid ontwikkel het teen radioaktiewe bestraling nie (Goyffon & Roman 2001), maar dat hierdie spesie, en heel waarskynlik ook ander skerpioensoorte, goed aangepas is om SO₂- en moontlik ander skadelike gasse te oorleef.

Erkenning

Hiermee word dank betuig aan J.M. le Roux, R. van Zyl en M.A. Venter vir hul hulp met die vang van die skerpioene, asook met bepaalde metinge. Die finansiële steun van die Skool vir Biologiese Wetenskappe en die SNO (1995) word met dank erken.

Mededingende belange

Die outeur verklaar hiermee dat hy geen finansiële of persoonlike verbintenis het met enige party wat hom nadelig kon beïnvloed het in die skryf van hierdie artikel nie.

Literatuurverwysings

- Bridges, C.R., Le Roux, J.M. & Van Aardt, W.J., 1997, 'Ecophysiological adaptations to dry thermal environments measured in two unrestrained Nambibian scorpions, *Parabuthus villosus* (Buthidae) and *Opisthophthalmus flavescens* (Scorpionidae)'. *Physiological Zoology* (70), 244–256. PMID:9231398
- Brownell, P. & Polis, G., 2001, *Scorpion Biology and Research*, Oxford University Press, Oxford.
- Chown, S.L. & Nicolson, S.W., 2004, *Insect Physiological Ecology: Mechanisms and Patterns*, Oxford University Press, Oxford. <http://dx.doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198515494.001.0001>, PMID:526784
- Cook, P.B., 1989, *Trevethick's Occupational Health Hazards: A Practical Industrial Guide*, Heineman Medical Books, New York, NY.
- Department of Environmental Affairs (DEAT), 2009, *A report on the state of the air in South Africa*, Pretoria, Republic of South Africa.
- Drägerwerk, A.G., 1992, *Dräger detector tube handbook: Soil, water and air investigations as well as technical gas analysis*, National Draeger, Inc., Pittsburgh, PA.
- Engelbrecht, I., 2005, *Habitat Distribution Modelling and Estimating Minimum Viable Area for Population Persistence for Three Arachnids of Conservation Interest in Gauteng Province*, Masters Thesis, Department of Zoology, University of Witwatersrand. PMID:1262580
- Goyffon, M. & Roman, V., 2001, 'Radioresistance of Scorpions', in P. Brownell & G. Polis (eds.), *Scorpion Biology and Research*, Oxford University Press, Oxford, pp. 393–405.
- Lighton, J.R.B., 1991, 'Computer-assisted data acquisition and analysis', P.A. Payne (ed.), in *Concise Encyclopedia on Biological and Biomedical Measurement Systems*, Pergamon Press, Oxford, pp. 113–118.
- Polis, G.A., 1990, *The Biology of Scorpions*. Stanford University Press, Stanford, CA.
- Statistics South Africa, 2001, *Census 2001: Key Results*, Statistics South Africa, Pretoria, viewed on 05/11/2012 at www.statssa.gov.za
- Shaffer, M.L., 1981, 'Minimum population size for species conservation', *Bioscience* (31) 131–134. <http://dx.doi.org/10.2307/1308256>
- Tukey, J.W., 1977, *Exploratory Data Analysis*. Addison-Wesley, London.
- Van Aardt, W.J. & Le Roux, J.M., 2010, 'The effect of temperature on the pH, d-lactate and haemocyanin oxygen affinity of *Opisthophthalmus latimanus* (Koch) (Scorpionidae)', *African Entomology* (18), 29–37.
- Van Aardt, W.J., 2013, 'Respiration of *Opisthophthalmus latimanus* (Koch) (Scorpionidae) after treadmill exercise and book lung occlusion'. *African Entomology* 21, 36–40. <http://dx.doi.org/10.4001/003.021.0125>
- Van Zyl, B.R. & Kruger, R., 1996, 'Statistics on smoke and sulphur dioxide pollution in South Africa'. C & M Consulting Engineers, Annual Report on a Project completed for the Department of Environmental Affairs and Tourism, South Africa. PMID:167867
- Wessels, K.R. & Reyers, B., Van Jaarsveld, A.S. & Rutherford, M.C., 2003, 'Identification of potential conflict areas between land transformation and biodiversity conservation in north eastern South Africa', *Agriculture, Ecosystems and Environment* (95), 157–178. [http://dx.doi.org/10.1016/S0167-8809\(02\)00102-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0167-8809(02)00102-0)