

ONDERZOEK DOOR  
HET FONDS GESUBSIDIEERD

## Waar zuurstof schaars is

| Jean-Paul Vankeerberghen, medisch journalist

Hoe reageert ons lichaam op zuurstofgebrek? De studie van populaties die permanent in het hooggebergte leven, kan waardevolle antwoorden bieden voor patiënten die lijden aan hypoxie.

**W**aarom tonen Nepalese Sherpa's zo'n uithoudingsvermogen in het hooggebergte, terwijl de meeste andere mensen buiten adem zijn, of zelfs ziek, in zo'n omgeving? Waarschijnlijk omdat zij die al vele generaties op een hoogte van meer dan 3000 meter leven, genen en fenotypen hebben ontwikkeld die ze in staat stellen om te leven en fysieke activiteit te hebben in een zuurstofarme omgeving.

Vitalie Faoro is nu docent aan de Faculteit Motoriek-wetenschappen (ULB) en is sinds haar doctoraatsthesis geïnteresseerd in het verband tussen hypoxie (zuurstoftekort in bloed en weefsels) en het vermogen om aeroob te bewegen. Ze heeft deelgenomen aan verschillende expeditie op grote hoogte, met name naar de Andes en Nepal, om gegevens te verzamelen over de populaties die daar permanent leven.

Vandaag is ze gestart met een onderzoeks-project dat hier in België zal

plaatsvinden, in een gemeenschap van Sherpa's (Tibetanen) die naar ons land zijn geëmigreerd. Er zijn er momenteel ongeveer 250, geboren in de Himalaya of van de tweede generatie.

Het doel van deze studie, met name gefinancierd door het Heart Surgery Fund, is om de rol van genetica en de invloed van de omgeving op het vermogen van deze populaties om zich aan te passen aan een zuurstofarme omgeving beter te begrijpen.

### Meer hoogte, minder zuurstof

Zuurstof is onmisbaar voor de meeste levensvormen op aarde. Bij gewervelde dieren wordt zuurstof via de ademhaling naar het lichaam gebracht: het diffundeert door de membranen van longcellen en rode bloedcellen, waar het zich bindt aan hemoglobine om naar weefsels te worden getransporteerd.

Als de toevoer van zuurstof naar de verschillende weefsels onvoldoende is, wordt dit *hypoxie* genoemd. Meerdere pathologieën kunnen hypoxie

Hart- en vaatziekten,  
door het aantasten  
van de bloedstroom,  
kunnen leiden  
tot hypoxie

veroorzaken, bijvoorbeeld ademhalingsziekten die de gasuitwisseling veranderen, bloedarmoede die het vermogen van hemoglobine om zuurstof te vervoeren vermindert, hart- en vaatziekten die de bloedafschrijving of transport veranderen ...

Geconfronteerd met dit zuurstoftekort activeert het lichaam compenserende processen: hyperventilatie, verhoogde hartslag en synthese van rode bloedcellen. Hypoxie manifesteert zich ook door symptomen zoals hoofdpijn, misselijkheid, beperkte lichaamsbeweging of gedragsstoornissen.

Hoogte kan een andere oorzaak van hypoxie zijn. Zuurstof is een van de belangrijkste componenten van de atmosfeer van de aarde: ze is aanwezig in de vorm van zuurstof (O<sub>2</sub>), een gas waarvan de moleculen uit twee zuurstofatomen bestaan en bijna 21% van het volume van de atmosfeer van de aarde vormt.

Naarmate de atmosferische druk afneemt met de hoogtestijging, neemt de beschikbaarheid van zuurstof af. Al op een hoogte van 2500 m is het aandeel zuurstof in de lucht met 25% afgenomen. Op 4000 m vertegenwoordigt de beschikbare zuurstof slechts 60% van wat het op zeeniveau is; dit percentage daalt tot 50% op 5500 m en tot 33% op de top van de Mount Everest (8848 m).

Tot 2000 m treft hoogtegerelateerde hypoxie meestal alleen mensen die lijden aan ademhalings- of hart- en vaatziekten, hoewel er al een impact is op de sportprestaties vanaf 1000 m. Maar voorbij de 2000 m hebben de effecten van hypoxie invloed op de prestaties bij iedereen. Voorbij 3500 m kan acute hoogteziekte elke gezonde persoon treffen. Vanaf 5500 m wordt permanent leven onmogelijk.

Acute bergziekte treedt vaak op na een snelle stijging van de hoogte, vooral voorbij 3500 m. De symptomen zijn hoofdpijn, misselijkheid, duizeligheid,

gebrek aan kracht, slaapstoornissen. Complicaties kunnen optreden, zoals hersen- of longoedeem. Ze vormen een medisch noodgeval omdat deze oedemen bij afwezigheid van behandeling tot de dood kunnen leiden. Het is noodzakelijk om zonder vertraging af te dalen naar een lagere atmosferische druk.

Over het algemeen kunnen deze aandoeningen vaak worden vermeden door progressief te stijgen, in fasen, met rustfasen. In ieder geval, als de symptomen verschijnen, aarzel dan niet om naar beneden te gaan.

#### Natuurlijke selectie

Slechts enkele menselijke groepen zijn beter aangepast aan het leven met een zuurstoftekort. "Dit zijn bergbeklimmers, die permanent tussen 3000 en 4000 m verblijven, die een genetische en fenotypische aanpassing lijken te hebben ontwikkeld om in een hypoxische omgeving te leven en te werken," merkt Dr. Vitalie Faoro op. Deze populaties leven en planten zich al honderden generaties lang op grote hoogte voort. Het is zeer waarschijnlijk dat ze baat hadden bij een proces van natuurlijke selectie als reactie op hypoxische stress op grote hoogte."

Dit zijn voornamelijk de Quechua's en Aymara's die leven op de Altiplano van het Andesgebergte (Peru, Bolivia), de Amhara's van de hooglanden van Noordwest-Ethiopië en de Sherpa's van de hoge Himalaya valleien (Tibetanen van Nepal). Het zijn deze laatsten die het best aan de hoogte zijn gewend vanwege de ouderdom van hun installatie.

Wat zijn hun bijzonderheden? "Studies hebben aangetoond dat ze een grotere borstomtrek, long- en vitale capaciteit hebben", legt Vitalie Faoro uit. "Wij en anderen observeerden een uitgebreide longdiffusiecapaciteit (een maat voor de kwaliteit van gasoverdracht tussen de longen en het bloed), evenals een behoud van inspanningscapaciteit en prestaties in vergelijking met die van



mensen uit laag gelegen gebieden die acclimatiseerden aan dezelfde hoogte als de Sherpa's. Andere verklaringen wijzen op een meer gematigde productie van rode bloedcellen bij Sherpa's als reactie op hypoxie, wat zorgt voor een lagere bloedviscositeit en bescherming tegen trombose. En hun rechterventrikel werkt minder sterk bij hypoxie dan bij andere populaties.”

Dat het rechterhart minder gevraagd wordt bij de Sherpa's is de basis van Vitalie Faoro's huidige onderzoeksproject. “Ons probleem is dat pulmonale vasoconstrictie bij hypoxie minder actief is bij Sherpa's, waardoor het rechter hart op een bepaalde hoogte minder werk kan leveren. Het is echter bekend dat de slechte prestaties van de rechterventrikel een beperkend feit van fysieke conditie zijn, vooral op grote hoogte.”

Deze studie, die over enkele maanden van start gaat bij de Sherpa's in België, zal gebaseerd zijn op een reeks maatregelen zoals hartactiviteit in rust en inspanning, ventriculaire functie en

pulmonale circulatie, fysieke conditie, gasuitwisseling in de longen, bloedviscositeit of zuurstofverzadiging in het bloed. De metingen worden uitgevoerd door het percentage zuurstof in de lucht te variëren met behoud van dezelfde atmosferische druk.

.....  
**Bij hypoxie is de rechterventrikel van Sherpa's minder gestrest dan die van populaties die niet op grote hoogte leven.**  
 .....

Twee groepen van veertig gezonde Sherpa's zullen aan deze maatregelen worden onderworpen, evenals een controlegroep van mensen die bij voorkeur uit dezelfde omgeving komen, gezond en met vergelijkbare kenmerken (leeftijd, geslacht, lengte).

Dit onderzoek zal over twee jaar plaatsvinden en zal worden uitgevoerd in samenwerking met de afdeling cardiologie van het ErasmusZiekenhuis (ULB) en de Onderzoekseenheid Cardiorespiratoire

Fysiologie van de Faculteit Motorwetenschappen.

Dergelijk onderzoek moet het mogelijk maken om meer te weten te komen over de reacties van het lichaam op hypoxie. “De studie van menselijke adaptieve reacties op hypoxie, met name bij bergbewoners, kan leiden tot een beter begrip van de mechanismen van aanpassing aan lichaamsbeweging bij hypoxie en bijdragen aan toekomstige therapeutische acties ten behoeve van zieke en hypoxische patiënten,” zegt Vitalie Faoro. In veel hart- en ademhalingsaandoeningen zijn gevaarlijk lage zuurstofniveaus van cruciaal belang om essentiële organen draaiende te houden. Dit is vooral belangrijk op de intensive care, waar hypoxie de doodsoorzaak is voor 20% van de patiënten, terwijl 50% overleeft, maar met de persistentie van een functioneel tekort.” ■





## De lucht van de Dolomieten

| Jean-Paul Vankeerberghen, medisch journalist

Vitalie Faoro, geboren in 1978, getrouwd en moeder van twee kinderen, heeft altijd genoten van fysieke activiteit. “Vanaf mijn jeugd was ik gefascineerd door de schoonheid van het sportieve gebeuren en de aanpassing van het lichaam aan de inspanning.,,

Het is dan ook heel logisch dat ze aan de ULB studies kinesitherapie aanvatte. Ze behaalde haar bachelordiploma in kinesitherapie en revalidatie in 2002, vervolgens bijkomende diploma's in sportpathologie en geavanceerde studies in de gezondheidswetenschappen, terwijl ze zich toeleegde op onderzoek in het Laboratorium Pathofysiologie van de Faculteit Geneeskunde van de ULB.

In 2008 promoveerde ze in de motorwetenschappen, na het verdedigen van een proefschrift over “de beperking van aerobe fitheid bij hypoxie”, onder supervisie van professor R. Naeije. Ze heeft ook een onderwijsactiviteit: sinds 2010 is ze hoogleraar cardiorespiratoire fysiologie. In het laboratorium zijn zeven scripties in uitvoering. En er is een subgroep specifiek voor hypoxie en inspanning.

“De hoogte”, zegt ze, “ik viel er vanaf het begin van mijn scriptie in. Hoewel ik geen doorgewinterde bergbeklimmer ben, heb ik me altijd erg aangetrokken gevoeld tot de bergen. Ongetwijfeld heeft mijn familie-afkomst, in de Dolomieten, er iets mee te maken. Ik bracht er mijn vakantie door, ik ging er regelmatig naartoe voor familiereünies.”

Sinds 2004 heeft Vitalie Faoro deelgenomen aan zes wetenschappelijke expedities op grote hoogte, waarbij deze populaties permanent boven de 3000 meter leven. “Het zijn zeer vreedzame en moedige mensen. Hoewel toerisme de business van sherpa's is geworden, blijven ze zeer gastvrij. En ik vind die indrukwekkende gastvrijheid weer, hier in België, bij degenen die ervoor gekozen hebben om zich bij ons te vestigen. Wat een contrast met onze manier van leven, te vaak egocentrisch, verslaafd aan snelheid!” ■