

CR Coaching



WETENSCHAPPELIJKE ACHTERGROND HRV ASSESSMENT EN COACHING

Allostase, autonome balans en hart ritme variabiliteit

Voor elk organisme, ook de mens, is aanpassing aan veranderende omstandigheden van levensbelang. Hierbij zijn het centrale zenuwstelsel, het neuro-endocriene systeem en het immuunsysteem betrokken. Deze aanpassing aan verandering wordt allostase genoemd (McEwen 1998). Allostase is bepalend voor de homeostase, het binnen bepaalde grenzen houden van fysiologische systemen zoals hartslag, bloeddruk etc. Als de aanpassingssystemen overladen worden of niet goed functioneren, spreekt men over "allostatic load". Deze situatie kan op termijn tot stress, gezondheidsklachten en ziekte leiden (van den Houdenhove 2005).

Het autonome zenuwstelsel is een van de systemen die bijdragen aan allostase. Het bestaat uit twee onderdelen: het sympatisch zenuwstelsel dat voornamelijk zorgt voor activering veel organen, en het parasympatisch zenuwstelsel dat zorgt voor ontspanning. In het parasympatisch zenuwstelsel wordt de langste en belangrijkste zenuw de "nervus vagus" genoemd. Er wordt daarom wel eens gesproken van vagaal zenuwstelsel als het parasympatisch zenuwstelsel wordt bedoeld.

Het hart wordt aangestuurd door het autonome zenuwstelsel. Daarnaast staat het hart ook onder invloed van hormonen, de bloeddorstrooming en bloeddruk in de aderen (baroreceptoren) en de ademhaling. Bij elke inademing versnelt het hart even, om bij de uitademing weer te vertragen. Dit verschijnsel wordt Respiratoire Sinus Arrytmie (RSA) genoemd. Al lang geleden werd ontdekt dat het hart niet in een vast, staccato ritme slaat, maar dat er variatie zit in de tijd die telkens tussen twee hartslagen zit (ook intervaltijd genoemd). Deze variatie noemen we hart-ritme-variabiliteit (hrv). Gemiddeld genomen is de intervaltijd ongeveer 800 milliseconden. De normale variatie is hierbij 400-1800 milliseconden.

De hrv lijkt een maat te zijn voor de balans tussen het sympatisch (gas) en parasympatisch (rem) zenuwstelsel, als deze twee goed samenwerken om alle externe veranderingen op te vangen, dan draagt het bij aan de allostase en is het individu in goede fysieke gezondheid. In rust/bij ontspanning wordt het hart het meest beïnvloed door de nervus vagus. Een hrv meting is ook een maat voor deze vagale activiteit (Fouad 1984). Bij allostase hoort een grote variatie in intervaltijden (hoge hrv). Als het individu minder goed in staat is om veranderingen op te vangen, dan is hij/zij uit balans en laat een lagere variatie zien in de intervaltijden (lage hrv). Er kan dus op deze manier aan het hart gemeten worden hoe het staat met de stress, ontspanning en (toekomstige) gezondheid van een individu.

Sinds het werk van Armour (Armour, 2008) is bekend dat het hart een eigen neuraal netwerk kent en ook zelf hormonen produceert. De visie van het hart als een eenvoudige pomp voor de bloedvoorziening is vervangen door de visie van het hart als een "klein brein". De hersenen hebben invloed op het hart, maar we weten nu ook dat het hart invloed uitoefent op de hersenen. De autonome balans in het hart heeft dus gevolgen voor de werking van de hersenen. En de hersenen hebben invloed op alle organen en systemen in het lichaam.

Er is zeer veel wetenschappelijk onderzoek gedaan naar de relatie tussen hrv, fysieke en mentale gezondheid en (werk)stress. Vanwege de grote hoeveelheid wetenschappelijke literatuur op dit gebied, zijn in dit stuk voornamelijk de artikelen geciteerd die een overzicht, review of meta-analyse geven op dit gebied.

Hrv en fysieke en mentale gezondheid

Het onderzoek wijst uit dat een lage hrv een duidelijk klinische relevantie heeft en een voorspellende waarde voor verslechterde gezondheid bij patiënten met een eerdere hartaanval (Buceletti, 2009) en bij patiënten met diabetes mellitus (Schonaüer, 2008).

Een verlaagde hrv blijkt geassocieerd met fysiologische verschijnselen zoals een verhoogd niveau van glucose, hemoglobine, cytokines, cortisol en acute-fase eiwitten (Thayer, 2006; Haensel, 2008). Deze factoren wijzen op een verslechterd gezondheidsniveau. Bij een zeer grote groep van ziekten en kritische aandoeningen wordt een verlaagde hrv aangetroffen (Gang 2002, Thayer, 2009). Voor hart- en vaatziekten is

hier veel onderzoek naar gedaan, een lagere hrv is geassocieerd met risico op arritmie, onstabiele angina, myocard infarct, progressief hartfalen en aderverkalking (Neki, 2004). Er zijn eerste aanwijzingen dat een hrv meting behulpzaam kan zijn bij triage bij grootschalige trauma incidenten, oftewel de hrv is een goede maat om uit te vinden hoe slecht gewonden eraan toe zijn (King, 2009). Er is nog weinig duidelijkheid over de mate van correlatie van een lage hrv met fysieke aandoeningen en of er een causale relatie is. Er is ook onderzoek dat geen relatie vindt tussen een lage hrv en aandoeningen zoals fibromyalgie, chronisch vermoeidheid syndroom en geïrriteerde darm syndroom (Tak, 2009).

Patienten met diverse mentale stoornissen (zoals depressie, angststoornissen, Alzheimer) laten ook een verlaagde hrv zien en bij depressie is er een sterke inverse correlatie; hoe sterker de depressie, hoe lager de hrv (Birkhofer, 2005). Ook de manier waarop mensen met stress omgaan (coping) blijkt invloed te hebben op de hrv (Fuller, 1992)

Onderzoek dat ingaat op de mogelijke causale relatie tussen lagere hrv en verhoogde morbiditeit en mortaliteit heeft aangetoond dat bepaalde geneesmiddelen die bij hartpatiënten de mortaliteit verlagen, ook de hrv verlagen (Routledge, 2002).

Tot slot zijn er aanwijzingen voor een positieve relatie tussen hrv en gezondheid: goed getrainde individuen blijken een hogere hrv te hebben dan niet getrainde individuen (Achten, 2003).

Hrv en stress

Al lange tijd worden er correlaties gevonden tussen stress en gezondheid. Vandaar dat het interessant is om te kijken of stress en hrv samenhangen. Uit diverse publikaties blijkt dat korte en lange termijn stress in gezonde personen de hrv verlagen (Schubert, 2009). Zowel fysieke stress als mentale stress blijken invloed te hebben op de hrv (Pieper, 2007). Hrv blijkt een goede methode te zijn om werkstress te onderzoeken (van Amelsfoort, 2000). In de landbouw wordt een hrv meting gezien als een veelbelovende aanpak om de stress en het welzijn van landbouwdieren te meten (van Borell, 2007). Of de hrv een oorzaak of gevolg is van de stress kan uit deze onderzoeken niet opgemaakt worden.

Werkstress en gezondheid

Onderzoek specifiek gericht op werkstress geeft aan dat er een relatie is tussen werkstress en gezondheidsklachten, met name hart en vaatziekten (Kuper, 2003, Aboa-Eboulé, 2007). Er is beperkt onderzoek op dit gebied omdat het longitudinaal, grootschalig onderzoek vraagt, uitgevoerd op de werkvloer. De kosten hiervan zijn zeer hoog.

Relatie stress en gezondheid

(Bronnen: Health psychology, biopsychosocial interactions, E. Sarafino 2006, In wankel evenwicht, B. Van Houdenhove 2005, Wikipedia)

Gedurende een stresssituatie maakt het lichaam zich gereed voor actie (vechten, vluchten, presteren). Het sympatisch zenuwstelsel heeft tijdelijk de overhand. Op hormonaal nivo is er een toename in (nor)adrenaline en cortisol in het bloed. (Nor)adrenaline zorgt voor verhoging van de hartslag, bloeddruk, ademhaling, verwijding van de pupillen, vermindert de bloedtoevoer naar de darmen en vertraagt de tijdbeleving. Cortisol zorgt dat de activiteit lang volgehouden kan worden, onder andere door het omzetten van vet en eiwit naar glucose, het stimuleert de immuunfunctie en verhoogt de waakzaamheid. Door een actiever immuunsysteem zijn er veel cytokines in het bloed, er worden er meer bloedplaatjes, fagocyten en lymfocyten aangemaakt.

Als de stress situatie niet verdwijnt, of het lichaam zich niet herstelt van een stress toestand, dan slaan de voordelen van hormonen als (nor)adrenaline, cortisol en eiwitten als cytokines om in nadelen: ze onderdrukken het immuunsysteem en hebben een negatief effect op hart en bloedvaten. Op de lange termijn kunnen dan fysieke aandoeningen ontstaan psychosomatische aandoeningen zoals diverse darmaandoeningen, astma, spanningshoofdpijnen en migraine, hoge bloeddruk en andere aandoeningen aan hart en bloedvaten, osteoporose infectieziekten en kanker. De laatste twee zijn vaak voornamelijk het gevolg van een slechter werkend immuunsysteem. Hoe lang een stresssituatie kan blijven bestaan voordat er klachten ontstaan, hangt af van de conditie en leefstijl van een individu en de manier waarop de persoon met stress omgaat (coping). Iemand die fit en vitaal is, kan meer stress hebben dan iemand die dat niet is en mensen met een positieve levensinstelling kunnen stress beter relativeren. De belasting van een individu moet in evenwicht zijn met zijn draagkracht om gezond te blijven.

Het bovenstaande betekent dat je vanuit een stressmeting een zekere mate van voorspelling kunt doen over iemands toekomstige gezondheid.

Waarom een hrv-meting gebruiken als maat voor stress?

Je kunt een verhoogd stressniveau bij een individu op verschillende manieren meten: bijvoorbeeld een biochemische analyse aan bloed, urine of speeksel. Zo kunnen bijvoorbeeld de cortisol en (nor)adrenaline waarden gemeten worden. Het nadeel van deze methode is dat er een laboratorium nodig is om nauwkeurig waarden te bepalen. Een tweede mogelijkheid is het afnemen van (gevalideerde) vragenlijsten over stresservaringen. Nadeel hiervan is dat mensen sociaal wenselijke antwoorden kunnen geven en zich zelf niet bewust hoeven te zijn van de stress die ze ervaren. Een derde mogelijkheid is het meten aan de fysiologie: hartslag, ademhaling, bloeddruk of huidgeleiding.

De hartslag, specifiek de hart-ritme variabiliteit is een methode die een aantal voordelen heeft: de meting is eenvoudig (niet-invasief) en een korte meting van 5 minuten levert voldoende gegevens op. Daardoor kunnen de kosten van zo'n meting laag blijven. Het systeem kan bovendien korte termijn en lange termijn stress onderscheiden. Dit is belangrijk omdat korte termijn stress geen gezondheidsgevolgen hoeft te hebben, maar lange termijn stress wel. Ook kan het systeem iets zeggen over aanpassingsvermogen/conditie (van hart en bloedvaten) en leefstijl (elasticiteit hart en bloedvaten). De hrv meting zegt dus zowel iets over draaglast als over draagkracht.

Stressmanagement

Indien via het hrv assessment vastgesteld wordt dat een werknemer last heeft van chronische stress en dat dit op lange termijn een bepaald risico geeft op gezondheidsklachten, welke methoden kunnen dan toegepast worden om deze stress te verlagen?

Je kunt stressoren trachten weg te nemen, je kunt medewerkers beter leren omgaan met stressoren (coping) of zorgen dat zij meer stress aankunnen door hun draagkracht te vergroten (gezondere leefstijl en meer bewegen). Het wegnemen van stressoren is echter niet altijd mogelijk en een bemoeienis van de werkgever met de leefstijl of sportactiviteiten van een werknemer valt niet altijd in goede aarde.

Bij het beter leren omgaan met stress via coping zijn er ook verschillende methoden mogelijk. Je kunt psychologen en coaches inzetten (gedragsverandering), je kunt meditatie en relaxatie technieken aanleren, maar ook biofeedback inzetten. Een meta-analyse van 64 studies laat zien dat alle methoden positief resultaat opleveren, de een geeft wat consistentere resultaten dan de ander (Murphy, 1996). Er werd vooral resultaat geboekt op het verbeteren van de gezondheid. Er was een zekere mate van positief effect op werktevredenheid en werkverzuim, al waren deze resultaten minder consistent. De auteurs geven aan dat dit door de studieopzetten kan komen. Gedragsinterventies op zich en een combinatie van methoden lijkt het meest effectief te zijn (Van der Klink, 2001). Bij hartpatiënten waarbij het gebruik van medicijnen, gedraginterventies en beweging zijn gebruikt, blijkt dat al deze methoden (apart) hun hrv en dus hun positieve prognose te verhogen (Nolan, 2008).

Studies die zich gericht hebben op biofeedback op hrv bij werknemers met hoge bloeddruk laten positief resultaat zien op de bloeddruk, een afname van spanning en een verbetering van het werkresultaat (McCraty, 2003; 2009).

De Hrv-meetmethode en stress coaching door middel van biofeedback van Qvive

De apparatuur, de software die het bedrijf Q-vive gebruikt en de interpretatie van de metingen zijn gebaseerd op Europese standaarden (Task force European Society of Cardiology, 1996). Hierdoor is de meting betrouwbaar en valide (Sandercock, 2005) en kan voldoende waarde gehecht worden aan de interpretatie van de meetresultaten.

Doordat Q-vive een online meting doet en meet tegen een data-base van duizenden personen, worden de gemeten waarden gecorrigeerd. Leeftijd en sexe zijn namelijk van invloed op de hrv. Omdat er ook longitudinaal onderzoek (3 jaar) gedaan is naar de gevolgen van bepaalde gezondheidsindexwaarden van werknemers (Danev, 1997), kan bij iedere meting een uitspraak gedaan worden over het toekomstig gezondheidsrisico (in percentages). Dit wordt de gezondheidsindex genoemd.

De Q-HRV assessment kan tegen relatief lage kosten aangeboden worden, het is een simpele, niet invasieve meetmethode die in korte tijd (5-10 minuten) uitgevoerd kan worden.

Stress management; keuze voor ademhalingstechnieken.

Het hart staat ook onder invloed van de ademhaling. Ademhaling is een fysiologische functie die onbewust wordt aangestuurd (via de hersenstam), maar die gemakkelijk bewust bijgestuurd kan worden.

Uit onderzoek blijkt dat een langzame ademhaling de amplitude van de Respiratoire Sinus Arritmy kan verhogen (Lehrer, 2000). Dit gaat gepaard met een hogere hrv. Een frequentie van ademhaling van 4-6 ademhalingen per minuut wordt aanbevolen (Song, 2003). Onrust en stress zorgen voor een snelle ademhaling. De gemiddelde ademhalingsfrequentie van mensen in het Westen is 12- 15 keer per minuut. Boeddhisten en topsporters kunnen toe met een ademhaling van 4-8 keer per minuut (De Jong en Bakker 2009). Er valt voor de gemiddelde werknemer dus nog wel winst te behalen.

Biofeedback op de ademhaling is een simpele, niet invasieve technologie, die tegen lage kosten aangeboden kan worden. In onderzoek is het positieve effect van biofeedback op werkstress al bewezen. Het kost een medewerker weinig inspanning en tijd om met de Q-coach te werken. De werking van de Q-coach van Q-vive is gebaseerd op bovenstaande onderzoek. Het is een klein apparaatje met een eenvoudige bediening. Het kan door iedereen gebruikt worden om via de ademhaling de hrv te verhogen en daarmee de stress te verlagen. Hierdoor wordt voorkomen dat de stress chronisch wordt en gezondheidsklachten gaan ontstaan.

LITERATUUR

McEwen, BS. 1998. Stress, adaptation, and disease: allostatis and allostatic load. *Annals NY Acad. Sci.* 840: 33-44. Allostatie is het vermogen van het organisme om veranderingen te kunnen opvangen.

Van den Houdenhove, B. 2005. In wankel evenwicht, over stress, levensstijl en welvaartsziekten. Uitgeverij Lannoo, ISBN 90 209 6020 2. Ons stresssysteem heeft een beschermende functie. Door een samenspel van de hersenen, hormonen, het zenuwstelsel en het immunsysteem kan een mens elke fysieke of emotionele belasting de baas. Als het stresssysteem "op hol slaat" ondermijnd het de psychische en lichamelijke gezondheid, met ziekte als gevolg.

Fouad, FM. 1984. Assessment of parasympathetic control of heart rate by a noninvasive method. *American Journal of Physiology*, 246: 838-42.

Armour, JA. 2008. Potential clinical relevance of the "little brain" on the mammalian heart. *Exp. Physiol.* Feb; 93(2):165-76. Het hart bezit een "eigen" zenuwstelsel. De precieze functie en invloed zijn nog grotendeels onbegrepen, maar het hart heeft via dit neurale netwerk invloed op de hersenen.

Buceletti, E. 2009. Heart ritm variability and myocard infarction, systematic literature review and meta-analysis.

Eur. Rev. Med. Pharmacol. Sci. Jul-Aug; 13(4): 299-307.

In patiënten met een eerder myocard infarct is een lagere HRV geassocieerd met een slechtere prognose. HRV is een simpele, niet invasieve en relatief goedkope methode.

Schonaüer, M. 2008. Cardiac autonomic diabetic neuropathy. *Diab. Vasc. Dis. Res. Nov*; 5(4): 336-44.

Een lagere HRV is een eerste symptoom van neuropathie in diabetes patiënten. Neuropathie betreft verslechtering van hart en zenuwuiteinden.

Thayer, JF. 2006. Beyond hrv: a vagal regulation of allostatic systems. *Ann. NY Acad. Sci.* Nov; 1088:293-316. Verlaagde nervus vagus activiteit en hrv blijken geassocieerd met verhoogde glucose, hemoglobine, cortisol, cytokines en acute fase eiwitten. Al deze stoffen zijn gerelateerd aan een verhoogde allostatic load en slechte gezondheid. De amygdala en prefrontale cortex zijn de link naar regulatie van allostatie via de nervus vagus. Een neuroviscerale route via welke de psychologie de fysiologie beïnvloedt?

Haensel, A. 2008. The relationship between hrv and inflammatory markers in cardiovascular diseases. *Psycho neuroendocrinology* Nov ; 33(10): 1305-12.

HRV heeft een omgekeerde relatie met ontstekingsmarkers zoals cytokines in hartpatiënten en gezonde mensen.

Gang, Y. 2002. Hrv in critical care medicine. *Curr. Opin. Crit. Care* Oct; 8 (5); 371-5.

Een verlaagde hrv komt voor bij een brede groep van kritische ziekten en aandoeningen. Hoe lager de hrv, hoe ernstiger de verschijnselen.

Thayer, JF. 2009. Claude Bernard and the heart-brain connection: further elaboration of a model of neurovisceral integration. *Neurosci. Biobeh. Rev.* Feb; 33(2):81-8.

Een lage hrv is een risicofactor voor pathofysiologie en psychopathologie, hrv als endofenotype voor een brede range van disfuncties.

Neki, NS. 2004. How the brain influences neuro-cardiovasculair disfunction. *J. Assoc. Physicians. India* Mar; 52:223-30. Een lagere hrv is geassocieerd met risico op arritmie, instabiele angina, myocard infarct, progressief hartfalen en aderverkalking.

King, D.R. 2009. Hrv as a triage tool in patiënten with trauma during prehospital helicopter transport. *J. Trauma* Sep; 67(3):436-40. Een eerste aanwijzing dat een hrv-meting goed werkt om patiënten te selecteren die trauma zorg of een operatie nodig hebben.

Tak, L.M. 2009. As good as it gets? A meta-analysis and sytematic review of the methodological quality of hrv studies in functional somatic disorders. *Biol. Psychol.* Okt; 82(2): 101-10. Het is nog onduidelijk of een verlaagde hrv een rol speelt in aandoeningen zoals fibromyalgie, chronisch vermoeidheidsyndroom en geïrriteerde darm syndroom.

Birkhofer, A. 2005. Heart and brain: the influence of psychiatric disorders and their therapy on hrv. *Fortschr. Neurol. Psychiatr. Apr;* 73(4): 192-205. Patiënten met depressie, angsstoornis en Alzheimer laten een verlaagde hrv zien. Hrv analyse en integratie in de behandeling zou de behandeling van deze ziekten kunnen optimaliseren.

Fuller, BF. 1992. The effects of stress-anxiety and coping styles on heart rate variability. *International Journal of Psychophysiology*, 12 (1): 81-6. Coping stijl bij stress heeft invloed op de hrv.

Routledge, HC. 2002. Heart rate variability- a therapeutic target? *J. Clinic. Pharm. Ther. Apr;* 27(2): 85-92.

Is de relatie tussen verlaagde hrv en verhoogde mortaliteit in hartpatiënten correlatie of causaal? Sommige geneesmiddelen die de mortaliteit verlagen, verlagen ook de hrv.

Achten, J. 2003. Heart rate monitoring, applications and limitations. *Sports. Med.;* 33(7): 517-38. Goed getrainde individuen hebben een hogere hrv dan niet getrainde individuen.

Schubert, C. 2009. Effects of stress on hrv complexity: a comparison between short term and chronic stress. *Biol.Psychol.* Mar; 80 (3): 325-32. Korte en lange termijn stress verlagen de hrv in gezonde proefpersonen.

Pieper, S. 2007. Cardiac effects of momentary assessed worry episodes and stressfull events. *Psychom. Med.* Zich zorgen maken (mentale stress) zorgt ook voor een lagere hrv.

van Amelsfoort. 2000. Occupational determinants of hrv. *Int. Arch.Occup.Environ. Health* May; 73 (4); 255-62. Hrv kan een goede methode zijn om de fysieke effecten van werkstress te onderzoeken.

van Borell, E. 2007. Hrv as a measure of autonomic regulation of cardiac activity for assessing stress and welfare in farm animals. *Psychol. Beh.* Oct 22; 92 (3): 293-316. Hrv is een veelbelovende aanpak om stress en welzijn in landbouwdieren te onderzoeken.

Kuper, H. 2003. Job strain, job demands, decision latitude and risk of coronary heart disease within the Whitehall II study. *J. Epidemiol. Community Health* Feb; 57 (2): 147-53.

Werkstress, hoge werkeisen en lage beslissingsbevoegdheid zijn geassocieerd met een verhoogd risico op hartaandoeningen bij Britse ambtenaren. Longitudinaal onderzoek.

Aboa-Eboulé, C. 2007. Job strain and risk of acute recurrent coronary heart disease events. *JAMA* 2007 Oct 10; 298 (14): 1652-60. Chronische werkstress is geassocieerd met herhaalde hartaandoening in hartpatiënten.

Murphy, L.R. 1996. Stress management in work settings: a critical review of the health effects. *Am. J. Health Promot.* Nov-Dec; 11(2): 112-35.

Alle interventiemethoden geven een positief resultaat te zien, wel verschillen in effectiviteit en consistentie.

Van der Klink, 2001. The benefits of interventions for work-related stress. *Am. J. Health* Feb; 91 (2): 270-6.

Gedrags interventies en multimodale interventies zijn het meest effectief om werkstress te verminderen.

Nolan, R.P. 2008. Effects of drug, biobehavioral and exercise therapies on hrv in coronary disease: a systematic review. *Eur. J. Cardiovasc. Prev. Rehabil.* Aug; 15 (4): 386-96.

Zowel medicijnen, gedragsaanpak als beweging verhogen significant de hrv in hartpatiënten en verbeteren daarmee hun prognose.

McCraty, R. 2003. Impact of a stress-reduction program on blood pressure and emotional health in hypertensive employees. *Journ. Alt. Compl. Med.*; 9 (3): 335-369.
Werknemers met hypertensie gebruikten een hrv- gerelateerd biofeedback methode als stress reductie gedurende drie maanden. Er was een significante bloeddrukdaling, reductie van spanning en verbetering van werkresultaat.

McCraty, R. 2009. New hope for correctional officers: an innovative program for reducing stress and health risks. *Appl. Psychophysiol. Biofeedback*. 2009, in print. Bij gevangenisbewaarders werd biofeedback op hrv gebruikt, de hrv waardes daalden significant.

Task force of the European Society of Cardiology and the North-American Society of Pacing and Electrophysiology. 1996. Heart rate variability, standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. *European Heart Journal*; 17: 354-381.

Sandercock, GR. 2005. The reliability of short-term measurements of hrv. *Int. J. Cardiology* Sept 1;103(3):238-47. Onder de juiste condities (meten in rust, vergelijkbare omstandigheden en correctie voor sexe en leeftijd) is een korte termijn meting van hrv betrouwbaar.

Danev, S. 1997. Assessment of health risk by analysis of heart rate variability in industrial workers. *Acta Medica*, XXIII, 2: 17-24.

Lehrer, PM. 2000. Resonant frequency feedback training to increase cardiac variability: rationale and manual for training. *Appl. Psychophysiol. Biofeed.*; 25: 177-191. Langzame ademhaling vergroot de amplitude van de RSA en leidt tot resonantie met andere lichaams oscillaties. Mogelijk door verbetering van de baroreflex.

Song, HS. 2003. The effects of specific respiratory rates on heart rate and heart rate variability. *Applied Psychophysiol. and Biofeedback*; 13-24. Een langzame ademhaling geeft een hogere hrv. Een frequentie van 4-6 wordt aanbevolen. Een frequentie onder de drie verlaagt de hrv.

De Jong, K. en Bakker, B. 2009. Verademing, breng lucht in je leven. Uitgeverij Paradigma, ISBN 978 90 499 6010 0