

## STAND VAN ZAKEN

# Bewegingsziekten in beweging

## VAN WAGENZIEKTE NAAR 'CYBERSICKNESS'

Jelte E. Bos, Roeland B. van Leeuwen en Tjasse D. Bruintjes

**Bewegingsziekte is geen stoornis, maar een normale reactie op een niet-normale omstandigheid waarin bewegingen centraal staan, zoals rijden, varen, vliegen en virtual reality.**

**Bijna iedereen kan bewegingsziekte krijgen, vooropgesteld dat ten minste één evenwichtsorgaan functioneert. Alleen als geen van beide evenwichtsorganen functioneert, blijft iemand gevrijwaard van wagenziekte, zeeziekte of luchtziekte en zelfs 'cybersickness'.**

**'Cybersickness' is bewegingsziekte die wordt uitgelokt door bewegende kunstmatige beelden, zoals in videogames, zelfs wanneer de kijker zelf stil zit. Omdat we steeds vaker en langer aan steeds realistischere kunstmatige beelden worden blootgesteld, zullen artsen ook steeds vaker met bewegingsziekte te maken krijgen.**

**Aan de basis van bewegingsziekte ligt het functioneren van het vestibulair systeem, waarbij visueel-vestibulaire conflicten een modulerende rol spelen. Daarbij komen de bewegingen die de ogen zien, niet overeen met de bewegingen die de evenwichtsorganen registreren.**

**Bij bewegingsziekte in alledaagse situaties, zoals autorijden, kunnen antihistaminica – ingenomen vóór vertrek – misselijkheid tegengaan. De effectiviteit van medicatie bij bewegingsziekte is echter beperkt.**

Een 18-jarige jongen werd in zijn eindexamenjaar van de middelbare school door de huisarts gezien wegens concentratieklachten en misselijkheid. De ouders gaven aan dat de jongen een – in hun ogen – normaal leven leidde en van gamen hield. Bij nader oriënterend neurologisch onderzoek waren er geen afwijkingen. De vraag rees of de symptomen mogelijk 'cybersickness' betroffen, een specifiek geval van bewegingsziekte.

**H**et opvallendste symptoom van bewegingsziekte of kinetose is braken, meestal voorafgegaan door misselijkheid. Die misselijkheid kan – maar hoeft niet – voorafgegaan worden door bleek zien, zweten, boeren, winden laten, speekselvloed, apathie, duizeligheid, wazig zien of hoofdpijn. Met name die laatste symptomen verschillen sterk van persoon tot persoon.<sup>1</sup> In dit artikel gaan wij in op bewegingsziekte: wat is de oorzaak? Is het een stoornis? En wat kunnen we er tegen doen?

*TNO Perceptual and Cognitive Systems, Soesterberg.*

*Prof.dr. J.E. Bos, medisch fysicus en bewegingswetenschapper*

*(tevens: Vrije Universiteit, faculteit Gedrags- en*

*Bewegingswetenschappen, Amsterdam).*

*Gelre ziekenhuizen Apeldoorn, Apeldoorns Duizeligheidscentrum, Apeldoorn.*

*Afd. Neurologie: dr. R.B. van Leeuwen, neuroloog.*

*Afd. KNO-heelkunde: dr. T.D. Bruintjes, kno-arts.*

*Contactpersoon: prof.dr. J.E. Bos (jelte.bos@tno.nl).*

## VERSCIJNSELEN

### SYMPTOMEN

Alle genoemde symptomen van bewegingsziekte zijn ook karakteristiek voor aandoeningen van het evenwichtsorgaan, zoals de ziekte van Ménière en neuritis vestibularis. De symptomen van deze ziekten zijn ook op dezelfde manier verklaarbaar als bewegingsziekte, alleen de oorzaak verschilt.

Bij bewegingsziekte is die oorzaak per definitie beweging. Dit kan de fysieke beweging van het lichaam zelf zijn, zoals bij zeeziekte, luchtziekte en wagenziekte, maar ook de visueel gesuggereerde zelfbeweging, zoals bij cinerama-ziekte of 'cybersickness' bij het spelen van computerspelletjes.

Bij een aanhoudende misselijkmakende stimulus neemt de kans op en intensiteit van deze symptomen eerst in tientallen minuten tot enkele uren toe (cumulatie), waarna deze over een periode van uren tot dagen afneemt (adaptatie of habituatie). Stopt de stimulus, dan verdwijnen de symptomen meestal, zeker na een nacht rust.

### PREVALENTIE EN INCIDENTIE

Van alle autopassagiers heeft twee derde ooit wel eens last gehad van wagenziekte, van wie de helft ook wel eens heeft moeten overgeven.<sup>1</sup> Op een gemiddelde zereis heeft ongeveer een derde van de passagiers in enige mate last van zeeziekte, van wie 1 op de 5 moet overgeven.<sup>2</sup> In vliegtuigen is ongeveer de helft van de passagiers wel eens misselijk door de bewegingen, van wie 1 op de 100 moet overgeven.<sup>3</sup> Daarnaast heeft de meerderheid van astronauten last van ruimteziekte,<sup>4</sup> moet ongeveer 1 op de 500 bioscoopbezoekers bij een 2D-film overgeven en 1 op de 500 bij een 3D-film.<sup>5</sup>

### INDIVIDUELE VERSCHILLEN

Er zijn grote verschillen in gevoeligheid tussen mensen, en overigens ook tussen dieren. Hierbij speelt vooral leeftijd een rol.<sup>6</sup> Baby's zijn niet gevoelig voor bewegingsziekte, adolescenten het meest, en de gevoeligheid neemt met het ouder worden weer af. Zo is een 20-jarige gemiddeld 5 maal zo gevoelig voor zeeziekte als een 80-jarige. Vrouwen kunnen tot wel 3 keer zo gevoelig zijn als mannen, hoewel dat eerder een cultureel – gender-bepaald – dan een biologisch – sekse-bepaald – verschil zou kunnen zijn. De meeste studies laten namelijk wel een verschil zien in zelfgerapporteerde scores, maar niet in braken. Dat vrouwen het minst gevoelig zouden zijn rond de ovulatie is omstreden.<sup>7</sup>

Patiënten die bekend zijn met migraine zijn wel gevoeliger.<sup>8</sup> Verder blijkt dat de kans op bijvoorbeeld zeeziekte toeneemt als je daar eerder last van gehad hebt.<sup>6</sup> De gevoeligheid voor één vorm van bewegingsziekte, bij-

voorbeeld zeeziekte, voorspelt echter niet de kans op een andere vorm, bijvoorbeeld luchtziekte.

### COMFORT EN PRESTATIE

Van alles wat op zee de beleving van comfort bepaalt, wordt zeeziekte het belangrijkste gevonden.<sup>6</sup> Daarnaast beïnvloedt bewegingsziekte het prestatievermogen. Zo bleek varende marinepersoneel bij circa 60% van de taken niet het nagestreefde doel te bereiken als de betrokkene moest braken. Degenen die daar geen last van hadden, schoten bij slechts 5% van de taken tekort. Als men zich niet lekker voelde maar nog niet misselijk was, mislukte zo'n 20% van de taken. In afwezigheid van braken kan bewegingsziekte dus toch een veiligheidsrisico zijn.

### VOORWAARDEN

Om misselijk te kunnen worden van beweging moet er aan 3 voorwaarden zijn voldaan: (a) een werkend evenwichtsorgaan; (b) een verandering in de oriëntatie van het hoofd ten opzichte van de waargenomen zwaartekracht; en (c) onvoldoende anticipatie op wat komen gaat.

#### (A) EEN WERKEND EVENWICHTSORGAAN

Aan het eind van de 19e eeuw was al bekend dat volledig doven (labyrintlozen) totaal ongevoelig zijn voor zeeziekte.<sup>9</sup> Blinden daarentegen zijn wél gevoelig voor bewegingsziekte.<sup>10</sup>

#### (B) DE ORIËNTATIE VAN HET HOOFD

Er moet een verandering zijn in de oriëntatie van het hoofd ten opzichte van de waargenomen zwaartekracht.<sup>11</sup> Niet alle bewegingen zijn namelijk misselijkmakend. Zo kun je bij een draaibeweging van het hoofd om een verticale as wel duizelig worden, maar normaal gesproken niet misselijk. Diezelfde draaibeweging rond een horizontale as ('BBQ-spirotatie') kan daarentegen bijzonder misselijkmakend zijn. Hoewel in beide gevallen de half-cirkelvormige kanalen dezelfde beweging waarnemen, nemen de otolieten alleen in het laatste geval een verandering in oriëntatie waar.

Tijdens paraboolvluchten of in een cirkelbaan rond een planeet wordt die zwaartekracht tenietgedaan, met gewichtloosheid als gevolg. Desondanks blijkt de mens in die gevallen nog steeds een gevoel te hebben voor wat verticaal is. Dat gevoel is dan echter niet eenduidig, wat in het bijzonder bij ruimteziekte speelt.

#### (C) ONVOLDOENDE ANTICIPATIE

Er moet sprake zijn van onvoldoende anticipatie op wat komen gaat. Denk hierbij aan de autobestuurder die zelf bepaalt wat er op welk moment precies gaat gebeuren – remmen, optrekken, en bochten maken – en daar dus

optimaal op kan anticiperen. De bestuurder heeft daarom zelden last van wagenziekte, terwijl de passagier die niet kan anticiperen degene is die lijdt. Ook is het dan logisch dat achterstevoren zitten de kans op wagenziekte verergert.

Dat anticipatie zo belangrijk is, heeft te maken met het feit dat we met zintuiglijke informatie slechts een beperkte en neuronaal vertraagde schatting krijgen van de werkelijkheid. Het idee is dat we met aangeleerde kennis over die beperkingen en vertragingen alsnog een optimale schatting of voorspelling kunnen maken van de werkelijkheid. Hierop komen we terug bij het houdingsevenwicht.

## ORZAAK EN GEVOLGEN

### HABITUATIE

Ons lerend vermogen draagt bij aan het kunnen omgaan met fysiologische en pathofysiologische veranderingen door bijvoorbeeld ouderdom, ziekte en traumata. Door continu die kennis up-to-date te houden kunnen we ook adequaat omgaan met die veranderingen. Zo kan een patiënt direct na de behandeling van een brughoektumor evenwichtsklachten krijgen, maar die verdwijnen meestal grotendeels 'vanzelf'.

Algemeen wordt aangenomen dat ons centrale zenuwstelsel (CZS) zich die nieuwe situatie eigen moet maken, zodat het weer optimaal kan anticiperen. Kort gezegd is het niet erg om een slecht of afwijkend zintuig te hebben, als je die afwijking maar kent en daarvoor kunt compenseren. Bij evenwichtsstoornissen wordt dit ook wel vestibulaire compensatie genoemd. Uiteraard kan een goed werkend zintuig beter bijdragen aan het functioneren van een organisme als geheel dan een slecht werkend zintuig.

Een detail bij gewenning aan ruimteziekte betreft een herinterpretatie van de eerder genoemde dubbelzinnigheid van ons gevoel voor verticaliteit op basis van het verschil tussen inertie en zwaartekracht. Meer informatie daarover is te vinden op onder meer [www.jeltebos.info](http://www.jeltebos.info).

### VISUEEL-VESTIBULAIRE CONFLICTEN

Bij natuurlijke zelfbeweging is hetgeen we voelen met onze evenwichtsorganen gewoonlijk gelijk aan wat we zien met de ogen. In dat geval kan ons CZS optimaal gebruik maken van de zintuiglijke redundantie. Als we echter in de auto een boek op schoot lezen, zien de ogen niet de beweging die de evenwichtsorganen voelen. Dan heeft ons CZS een probleem. Hetzelfde probleem heb je benedendeks op een schip.

Andersom kan ook. Als je stil zit en naar bewegende beelden kijkt die suggereren dat je zelf beweegt, is er

sprake van eenzelfde mogelijk misselijkmakend conflict. Omdat dat nogal eens voorkomt bij het spelen van video-spellen, al dan niet via internet, wordt deze vorm van bewegingsziekte ook wel 'cybersickness' genoemd. Deze aanduiding is ook van toepassing op de klachten van de 18-jarige jongen uit de casus aan het begin van dit artikel. Hoe groter of beter het kunstmatige beeld is, hoe misselijkmakender het visueel-vestibulaire conflict.<sup>12</sup> Dat geldt mogelijk nog sterker voor 3D-beelden. Een saillant detail hierbij is dat labirintlozen ook ongevoelig zijn voor visueel opgewekte bewegingsziekte.<sup>13</sup>

Samengevat kun je dan ook stellen dat de oorzaak van bewegingsziekte vestibulair is en dat de ernst daarvan gemoduleerd kan worden door een visueel-vestibulair conflict dat toeneemt met het realisme van het aangeboden beeldmateriaal.

### HOUDINGSEVENWICHT

Tot slot speelt bij de genese van bewegingsziekte nog ons houdingsevenwicht. De kans dat we vallen neemt immers toe met de mate waarin we 'uit het lood staan', of exacter gezegd, onze lichaams-as afwijkt van de oriëntatie van de zwaartekracht, de verticale as die we ook al noemden bij voorwaarde (b). In de regulatie van dat houdingsevenwicht speelt het signaal dat er iets fout zit tussen wat ons CZS op basis van onze zintuigen inschat over die oriëntatie en wat we daarover verwachten op basis van ervaring, een grote rol. Dit foutsignaal, zo is het idee, leidt uiteindelijk tot bewegingsziekte.<sup>11</sup>

Dit idee geeft ook een verklaring voor de vaak waargenomen correlatie tussen gevoeligheid voor bewegingsziekte en houdingsinstabiliteit. Vaak, maar niet altijd. Zo verdwijnt de misselijkheid na het kijken van een 3D-film meestal weer snel, maar kan de houdingsinstabiliteit aanzienlijk langer aanhouden.<sup>5</sup> Ook is bekend dat bij herhaalde blootstelling aan een virtuele wereld de misselijkheid tijdens de blootstelling afneemt (habituatie), maar dat dat ten koste gaat van houdingsstabiliteit.

En hoewel het effect van cybersickness niet zonder meer vergelijkbaar is met dat van alcohol, is de mate van houdingsinstabiliteit als gevolg van beiden wel vergelijkbaar.<sup>14</sup> Als je daarbij bedenkt dat de instabiliteit bij de wettelijke Nederlandse bloed-alcoholconcentratielimiet van 0,5‰ ongeveer vergelijkbaar is met de instabiliteit bij een geringe mate van cybersickness, en dat houdingsinstabiliteit in sommige landen als criterium wordt genomen voor veilige verkeersdeelname, dan zijn er ook vraagtekens te plaatsen bij de risico's van blootstelling aan 'virtual reality'.

## MAATSCHAPPELIJKE ONTWIKKELINGEN

Volgens de statistieken neemt het aantal vervoerskilometers – auto, vliegtuig en schip – nog steeds toe. Het is dan ook aannemelijk dat de daarbij optredende bewegingsziekte eerder zal toe- dan afnemen. Daarbij rijden bestuurders van auto's in Nederland volgens het CBS nu ongeveer 2 keer zo veel kilometers als passagiers. Mocht in de toekomst de zelfrijdende auto gemeengoed worden, dan zal het percentage passagierskilometers aanzienlijk toenemen en daarmee ook de incidentie van wagenziekte, zeker als de zelfrijdende auto ook nog eens een rijdend infotainmentparadijs wordt.

Los daarvan spelen beeldgrootte, scherm- en beeldkwaliteit en blootstellingsduur – denk aan de jongere gamer – een steeds grotere rol in onze maatschappij. Met de steeds vaker gebruikte 'virtual reality'-brillen worden we ook nog eens visueel afgesloten van de echte wereld die we met onze evenwichtsorganen voelen. Het is dan ook te verwachten dat bewegingsziekte steeds vaker voor zal komen en dat ook de arts daar steeds vaker mee geconfronteerd zal worden.

## GENEZING OF BETERSCHAP?

Uit het voorgaande mag duidelijk zijn dat bewegingsziekte een normale reactie is op een niet-normale omstandigheid. Aangezien er geen sprake is van een stoornis, kan er ook geen sprake zijn van genezing. Wel zijn er adviezen en maatregelen die, in combinatie,<sup>15</sup> de ernst van de klachten kunnen verminderen. Vertellen dat met het ouder worden de kans op bewegingsziekte afneemt, kan al geruststellend zijn.

## MEDICATIE

Daarnaast is medicatie redelijk effectief. Hiervoor base- ren we ons op een overzichtartikel in het *Nederlands Militair Geneeskundig Tijdschrift* en een studie uit de *Cochrane Database of Systematic Reviews*.<sup>16,17</sup>

Voor alledaagse, niet-extreme situaties, zoals bij autorijden, beperkt het therapeutisch arsenaal zich tot antihistaminica (histamine H<sub>1</sub>-receptorantagonisten). Ondanks intensieve studies is het werkingsmechanisme hiervan echter nog steeds onduidelijk. Dit betreft dan cinnarizine (30 mg; 1-2 uur voor vertrek in te nemen en 8 uur werkzaam), cyclizine (50 mg; 1-2 uur voor vertrek in te nemen en 4-6 uur werkzaam) of de combinatie van cinnarizine 12,5 mg en chloorcyclizine 25 mg, en meclozine (25-50 mg; 2 uur vooraf in te nemen en 6-12 uur werkzaam).

Bij matig tot ernstige blootstelling aan beweging, zoals op zee, worden dimenhydrinaat (50-100 mg; 1-2 uur voor vertrek in te nemen, 6-8 uur werkzaam) of promethazine

(25 mg; 1,5-2 uur vooraf in te nemen, 24-30 uur werkzaam) voorgeschreven.

Bij ernstige blootstelling, zoals bij zware zeegang, acrobatische vluchten en in de ruimtevaart, wordt het parasympatholyticum scopolamine ('hyoscine', een acetylcholine-blokker) toegepast. Dat kan oraal, subcutaan en transdermaal in pleistervorm. De voorkeur gaat uit naar transdermale toediening (scopolamine 1,5 mg; pleister 6-8 uur vooraf aan te brengen, 72 uur werkzaam). De pleister heeft een gereguleerde afgifte waardoor een verlengde werking wordt verkregen. In de ruimtevaart wordt amfetamine aan scopolamine toegevoegd, wat in Nederland echter algemeen beschouwd wordt als onverantwoorde polypragmasie (dat is het voorschrijven van te veel en te veel soorten geneesmiddelen).

Voor meer specifiek farmacologische aspecten van de genoemde medicatie verwijzen wij naar het Farmacotherapeutisch Kompas ([www.farmacotherapeutischkompas.nl](http://www.farmacotherapeutischkompas.nl)) en het genoemde overzichtartikel.<sup>16</sup>

## EFFECTIVITEIT VAN DE MEDICATIE

Hoewel algemeen wordt aangenomen dat alle genoemde middelen effectief zijn, is die effectiviteit eerder uit te drukken in procenten dan in tientallen procenten; van sommige andere middelen wordt zelfs betwijfeld of zij eigenlijk wel effectief zijn.<sup>16</sup> Verder laat de effectiviteit van deze middelen zich lastig vergelijken door verschillen in de manier waarop de effectiviteit gescoord wordt en verschillen in de stimuli – op zee, op het land, in de lucht of in het lab.

Hoewel laboratoriumstudies het best controleerbaar zijn en de meeste provocaties in het laboratorium binnen enkele minuten aanzetten tot overgeven, zijn deze niet representatief voor de meest voorkomende vormen van bewegingsziekte. Zo concludeerde een Cochrane-studie dat de preventieve werking van scopolamine weliswaar beter was dan die van een placebo, maar niet of nauwelijks beter dan die van antihistaminica.<sup>17</sup> Er was geen informatie bekend over de werking bij inname ná het optreden van symptomen, en er bleek geen verschil te zijn in bijwerkingen tussen de verschillende middelen, behalve dat een droge mond vaker voorkwam bij scopolamine.<sup>17</sup> Naast een droge mond, hebben alle genoemde middelen een verminderd gezichtsvermogen, verminderd cognitief presteren en vooral sedatie als bijwerking. Dat sluit toepassing van deze middelen uit bij het uitvoeren van kritische taken als het besturen van een voertuig. Voor kinderen die last hebben van reisziekte is sedatie echter geen probleem, wellicht zelfs een prettige bijwerking. De beperkte effectiviteit, de bijwerkingen en het gegeven dat ook rubberen strips onder de auto worden aangegeprezen als een middel tegen wagenziekte, relativeren de toepassing van medicatie echter wel enigszins.

**OVERIGE ADVIEZEN**

Bij kleine kinderen is in de auto het gebruik van een stoelverhoger aan te raden, zodat de kinderen naar buiten kunnen kijken met een blik op de horizon. Afleiding heeft ook een bewezen positief effect, evenals de trillingen van de autoruit als je daar je hoofd tegen legt.<sup>15</sup> Wat op zee kan helpen en op basis van het voorgaande ook logisch is, is te proberen staand je evenwicht te bewaren. Als dit alles niet voldoende helpt, is uiteindelijk liggen het prettigst.

In militaire kringen kunnen mensen met excessieve gevoeligheid voor bewegingsziekte een desensitisatiecursus volgen. Naast gedragstherapie wordt de cursist dan gedurende vaak twee weken dagelijks onder gecontroleerde omstandigheden aan steeds misselijkmakender stimuli blootgesteld (habituatie). Voor de meeste patiënten zal dat echter een te dure optie zijn. Wel wordt de laatste jaren steeds meer geëxperimenteerd met alternatieve habituatie-, compensatie- en herprogrammeringstechnieken die mogelijk ook bij bewegingsziekte een oplossing kunnen gaan bieden.<sup>18</sup>

**VIRTUAL REALITY**

Zoals eerder aangegeven is het probleem bij alle vormen van kunstmatig aangeboden bewegende beelden het visueel-vestibulaire conflict. Dit conflict kan eigenlijk maar op 2 manieren fundamenteel worden opgelost: enerzijds door met een bewegingsplatform, zoals dat wordt toegepast bij vliegsimulatoren, de beweging weer te laten overeenkomen met wat je ziet, en anderzijds door het beeld zo aan te passen dat het CZS daaruit niet de conclusie trekt dat je zelf beweegt. Dat laatste is mogelijk door rondom het kunstmatige beeld voldoende zicht op de echte buitenwereld te bieden, of door de kwaliteit van het kunstmatige beeld te verminderen. Omdat dat laatste precies ingaat tegen de huidige ontwikkelingen, lijkt die oplossing slechts van beperkte waarde.

Wat overblijft is het minimaliseren van de blootstellingsduur aan kunstmatige beelden die bewegingsziekte oproepen en juist weer meer te leren leven in de reële wereld. Het beste advies voor een kind dat misselijk wordt bij het gamen is dan ook buitenspelen.

Kunstmatige beelden kunnen overigens ook een positief effect hebben op bewegingsziekte, tegengesteld aan het effect bij cybersickness. Aan boord van een schip of vliegtuig bijvoorbeeld kan een beeldscherm een aardvast beeld bieden, als een kunstmatige horizon.<sup>19</sup> Mogelijk vinden dergelijke beelden in de toekomst ook toepassing in zelfrijdende auto's.

- **Bewegingsziekte is geen stoornis, maar een normale reactie op een niet-normale omstandigheid.**
- **Het opvallendste symptoom van bewegingsziekte – reizigersziekte, wagenziekte, zeeziekte – is braken, meestal voorafgegaan door misselijkheid.**
- **De mate van misselijkheid wordt beïnvloed door visueel-vestibulaire conflicten, dat wil zeggen: een discrepantie tussen wat je ziet met je ogen en wat je voelt met je evenwichtsorgaan.**
- **Realistische, bewegende beelden zoals in videogames kunnen bewegingsziekte ('cybersickness') uitlokken, ook als de gamer zelf niet beweegt.**
- **Bewegingsziekte in alledaagse situaties kan bestreden worden met antihistaminica, maar de effectiviteit daarvan is beperkt.**
- **Het beste advies voor een kind dat misselijk wordt bij het gamen is buitenspelen.**

**CONCLUSIE**

Bewegingsziekte is geen stoornis, maar een normale reactie op een niet-normale omstandigheid. Bij deze reactie zijn de evenwichtsorganen, de zelforiëntatie ten opzichte van de zwaartekracht, anticipatie op versnelingen, vertragingen en bochten, en visueel-vestibulaire conflicten essentieel. Hoewel bij herhaalde blootstelling de misselijkheid veelal afneemt, gaat dat ten koste van een toenemende houdingsinstabiliteit.

Met de opkomst van steeds meer, mooier en groter beeldmateriaal en mogelijk de zelfrijdende auto, zijn bewegingsziekten nog steeds in beweging, in de richting van een welvaartsziekte waar de huisarts steeds vaker mee geconfronteerd kan worden. Met bepaalde maatregelen is de misselijkheid bij veel mensen tot een acceptabel niveau terug te brengen. De meest fundamentele maatregelen zijn gebaseerd op het vermijden van visueel-vestibulaire conflicten.

Belangenconflict en financiële ondersteuning: er zijn mogelijke belangen gemeld bij dit artikel. ICMJE-formulieren met de belangenverklaring van de auteurs zijn online beschikbaar bij dit artikel.

Aanvaard op 20-12-2017

Citeer als: Ned Tijdschr Geneeskd. 2018;162:D1760

**> KIJK OOK OP WWW.NTVG.NL/D1760**

## LITERATUUR

- 1 Reason JT, Brand JJ. Motion sickness. Londen: Academic Press; 1975.
- 2 Lawther A, Griffin MJ. A survey of the occurrence of motion sickness amongst passengers at sea. *Aviat Space Environ Med.* 1988;59:399-406.
- 3 Turner M, Griffin MJ, Holland I. Airsickness and aircraft motion during short-haul flights. *Aviat Space Environ Med.* 2000;71:1181-9.
- 4 Ortega HJ, Harm DL. Principles of clinical medicine for space flight. Space and entry motion sickness. New York: Springer; 2008:211-22.
- 5 Bos JE, Ledegang WD, Lubeck AJA, Stins JF. Cinerama sickness and postural instability. *Ergonomics.* 2013;56:1430-6.
- 6 Bos JE, Damala D, Lewis C, Ganguly A, Turan O. Susceptibility to seasickness. *Ergonomics.* 2007;50:890-901.
- 7 Golding JF, Kadzere P, Gresty MA. Motion sickness susceptibility fluctuates through the menstrual cycle. *Aviat Space Environ Med.* 2005;76:970-3.
- 8 Murdin L, Chamberlain F, Cheema S, et al. Motion sickness in migraine and vestibular disorders. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2015;86:585-7.
- 9 Irwin JA. The pathology of seasickness. *Lancet.* 1881;2:907-9.
- 10 Graybiel A. Susceptibility to acute motion sickness in blind persons. *Aerosp Med.* 1970;41:650-3.
- 11 Bles W, Bos JE, de Graaf B, Groen E, Wertheim AH. Motion sickness: only one provocative conflict? *Brain Res Bull.* 1998;47:481-7.
- 12 Bos JE, Bles W, Groen EL. A theory on visually induced motion sickness. *Displays.* 2008;29:47-57.
- 13 Cheung BSK, Howard IP, Money KE. Visually-induced sickness in normal and bilaterally labyrinthine-defective subjects. *Aviat Space Environ Med.* 1991;62:527-31.
- 14 Van Emmerik ML, De Vries SC, Bos JE. Internal and external fields of view affect cybersickness. *Displays.* 2011;32:169-74.
- 15 Bos JE. Less sickness with more motion and/or mental distraction. *J Vestib Res.* 2015;25:23-33.
- 16 Simons R, Bos J. Middelen tegen bewegingsziekte: effectiviteit en veiligheid. *Ned Milit Geneesk Tijdschr.* 2008;61:77-90.
- 17 Spinks A, Wasiak J. Scopolamine (hyoscine) for preventing and treating motion sickness. *Cochrane Database Syst Rev.* 2011;(6):CD002851.
- 18 Pavlou M, Kanegaonkar RG, Swapp D, Bamiou DE, Slater M, Luxon LM. The effect of virtual reality on visual vertigo symptoms in patients with peripheral vestibular dysfunction: a pilot study. *J Vestib Res.* 2012;22:273-81.
- 19 Feenstra PJ, Bos JE, Van Gent RNHW. A visual display enhancing comfort by counteracting airsickness. *Displays.* 2011;32:194-200.