

Het Aerotoxic Syndroom als vwo-examenstof!

Editie 1- januari 2025

Hoewel we soms wat moedeloos worden van de ontkenning vanuit de luchtvaartindustrie en andere belanghebbenden van het bestaan van het Aerotoxic Syndroom, zijn er ook lichtpuntjes. Zo bleek de eerste vraag van het VWO-examen scheikunde afgelopen zomer te gaan over het Aerotoxic Syndroom. En eerlijk is eerlijk: dat geeft hoop en laat de urgentie van dit onderwerp nog maar eens duidelijk zien!

Tenzij anders vermeld, is er sprake van standaardomstandigheden:
T = 298 K en p = p₀.

TCP en het aerotoxisch syndroom

Het aerotoxisch syndroom is een aandoening die in verband wordt gebracht met regelmatig vliegen. Een van de mogelijke oorzaken van deze aandoening is verontreiniging van de lucht in het vliegtuig door minimale hoeveelheden tri-cresylfosfaat (TCP).

TCP wordt toegevoegd aan de smeersolie van straalmotoren en kan via kleine lekkages in de lucht van het vliegtuig terechtkomen.

In figuur 1 is de reactievergelijking gegeven van de vorming van TCP uit onder andere cresol.

figuur 1

De reactie in figuur 1 is slechts een voorbeeld. Het gebruikte cresol is namelijk een mengsel van drie structuurisomeren met dezelfde naam van de hoofdketen.

2p 1 Geef de systematische namen van deze drie structuurisomeren.

Het fosforatoom in TCP heeft een 4-omringing. De ruimtelijke verdeling van de atoombindingen rondom het fosforatoom is vergelijkbaar met die rondom een koolstofatoom met 4-omringing.

2p 2 Leg uit welke vorm van stereo-isomerie kan optreden bij TCP.

Een mogelijke oorzaak van de aandoening is een verandering in een belangrijk enzym in de lever. In de lever komt het enzym BChE voor, dat een rol speelt bij de hydrolyse van bepaalde esters.

Wanneer het lichaam TCP opneemt, wordt een van de isomeren van TCP in de lever omgezet tot stof A (zie figuur 2).

Vervolgens wordt in drie reacties een serine-eenheid van BChE omgezet tot een fosfoserine-eenheid. In het vervolg van deze opgave wordt de omgezette BChE aangeduid met BChE-P.

figuur 2

Reactie 2 begint met een aanval van de OH-groep van een serine-eenheid op het fosforatoom in CBDP. Hierbij ontstaat onder meer stof X.

2p 3 Teken de structuurformule van stof X.

In een onderzoek kon de aanwezigheid van BChE-P in bloed worden aangetoond. Men volgde hierbij de volgende stappen:

- afname van bloed bij gezonde mensen en bij mensen met klachten
- isolatie van BChE uit bloed waarin eventueel BChE-P voorkomt
- hydrolyse van BChE; hierbij worden korte peptidketens gevormd

Van het mengsel van peptidketens afkomstig uit stap 3 werden vervolgens massaspectra gemaakt. Uit de resultaten kon worden opgemaakt dat de omzetting van de serine-eenheid uitsluitend aantoonbaar is in peptidketen 1.

Phe – Gly – Glu – Ser – Ala – Gly – Ala – Ala – Ser (peptidketen 1)

In de massaspectra van zowel gezonde mensen als patiënten is bij m/z = 794 een piek te zien die afkomstig is van peptidketen 1. Bij de ionisatie in de massaspectrometer wordt een H⁺-ion afgesplitst van de ongeladen peptidketens die in stap 3 zijn gevormd.

2p 4 Leg uit met behulp van een berekening dat de piek bij m/z = 794 hoort bij peptidketen 1. Gebruik hierbij gegevens uit de tabel op de uitwerkbijlage.

2p 5 Teken de structuurformule van het gedeelte –Glu – Ser – Ala– waarin de serine-eenheid is omgezet tot een fosfoserine-eenheid.

Uw hulp is hard nodig!

De NeuroToxicity Research Foundation doet verschillende onderzoeken naar de reactie van ons lichaam op giftige stoffen waaraan we dagelijks, ongemerkt worden blootgesteld. Op dit moment gaat onze aandacht uit naar het Aerotoxic Syndroom. We willen tot op de bodem uitzoeken wat er in ons lichaam op celniveau gebeurt wanneer we giftige stoffen in en om een vliegtuig inademen.

Dit onderwerp heeft speciaal onze aandacht omdat er zo ontzettend veel luchtvaartpersoneel ziek thuiszit met 'onduidelijke klachten'. Ze worden vaak weggestuurd met het label burn-out, terwijl er heel andere dingen spelen. Ondraaglijke hoofdpijn, duizeligheid, geheugenverlies, niet

kunnen focussen zijn maar een paar voorbeelden van symptomen die zich voordoen. In nog ernstiger gevallen vallen vitale lichaamsfuncties uit, wat zelfs de dood tot gevolg kan hebben.

We kunnen niet langer wachten, dit onderzoek is nu nodig. Maar dit onderzoek kost veel geld. **De overheid en de grote spelers uit de luchtvaart weigeren hier geld in te steken en dus zijn we afhankelijk van u.** Helpt u ons met een donatie?

Onze stichting heeft een ANBI status. Doneren kan op bankrekeningnummer: NL15TRIO0320573613. Kijk voor meer informatie op neurotoxicityresearch.org of neem contact op via neuro-toxicity@fninstitute.com.



NEWS
AEROTOXIC
BROUWER
NEUR

“Ik kon geen zin meer formuleren”

Piloot Thorsten Busch was 23 jaar lang piloot en maakte meer dan 14.000 vliegreizen. Zijn leven werd voorgoed veranderd door een fume event. Thorsten liep het Aerotoxic Syndroom op, wat zijn leven voorgoed veranderde. Tijdens het Aircraft Cabin Air-evenement afgelopen september in Londen gaf hij een lezing. Zijn woorden lees je hier.

Thorsten: “Ga eens met mij terug naar een vroegere tijd in je leven. Ga helemaal terug naar toen je 7 jaar oud was. Wie was je beste vriend? Wat was je favoriete spel? Wat wilde je worden als je groot was?”

Mijn 7-jarige kind wil kunstenaar worden, en mijn 10-jarige wil LEGO-ontwerper worden. En ik? Ik heb altijd al vliegtuigen willen besturen. Toen ik 7 was, mocht ik in de cockpit zitten tijdens een volledige PanAm-vlucht, van mijn geboortestad Berlijn naar mijn grootouders in Keulen. De piloot was geweldig – hij beantwoordde al mijn vele, vele 7-jarige vragen, zoals: ‘Hoe kun je door de wolken heen kijken?’ ‘Wat houdt het vliegtuig in de lucht?’ Vanaf dat eerste moment dat ik een vliegtuig kon besturen, was ik verslaafd.

Ik was gelukkig en vastberaden genoeg om mijn kinderroom waar te maken en piloot te worden. Piloot zijn was eigenlijk een groot deel van mijn identiteit en zelfgevoel, net zoals het voor veel andere piloten is die ik ken. En daar wil ik het vandaag over hebben: het verlies van jezelf, verlies van mentale capaciteiten en verlies van fysieke functies die vele bemanningsleden, inclusief ikzelf, ervaren na fume events.

Ongeluk

Ik heb twee fume-events meegemaakt op dezelfde Airbus A320, één in 2019 en de tweede in 2022. Ik heb het fume-event van 2019 in het logboek genoteerd, alle juiste papieren ingevuld, en 30 minuten later zat ik in een ambulance op weg naar de eerste hulp. Ik rook die vuile-sokkengeur van de APU slechts een minuut, maar 30 minuten later kon ik geen zin meer formuleren. Mijn bloeddruk was 170/110, ik voelde me ernstig bedwelmend en de volgende 3 weken voelde ik me niet in staat om een auto te besturen. De eerste paar maanden sliep ik 10-12 uur per nacht, plus 2-3 uur dutjes. Het was verlamrend.

Helaas was dit nog maar het begin van de problemen – het kostte me 842 dagen, veel beroeps- en fysiotherapie en uitgebreide cognitieve tests om mijn medische certificering van de eerste klasse terug te krijgen en weer aan het werk te kunnen als piloot.

Mijn tweede fume-event gebeurde in april 2022, opnieuw in hetzelfde vliegtuig, en weer moest ik naar de eerste hulp – dit keer in Mexico.

Na deze twee fume-ongelukken verlies ik nu vaak mijn geheugen, en mijn partner moet me regelmatig gedurende de dag herinneren aan dingen die ik normaal zou weten, zoals de naam van de leraar van mijn dochter, wat ik net van plan was te doen, met wie ik vorige week een ontmoeting had, enzovoort...

Ik heb ernstige problemen met mijn zicht gekregen – mijn zicht ging zeer snel van 20/20 naar wazig dubbelzien met convergentie-insufficiëntie*, *en ik verloor mijn perifere zicht*** in mijn rechteroog.

Ik heb regelmatig trillingen in mijn handen, dagelijkse chronische hoofdpijn. En na fysiotherapie of enige cognitieve inspanning is mijn brein zo uitgeput dat ik onmiddellijk moet slapen voordat ik iets anders kan doen. Ik ging heel snel van een zeer actieve, energieke man naar iemand die door zijn kinderen gekescherend Snorlax wordt genoemd, een Pokémon-personage dat er bekend om staat altijd te slapen. Hoewel dat misschien grappig klinkt, doet het me echt pijn dat ik tijd mis met mijn gezin en het leven in het algemeen omdat ik zo duizelig en moe ben.



Rechtszaken

In 2020 won ik mijn arbeidsongevallenrechtszaak in Boston, wat betekende dat JetBlue verplicht werd om wekelijkse uitkeringen te betalen en de medische rekeningen na het eerste fume-event te vergoeden. Echter, na het tweede fume-event vecht ik nog steeds meer dan 2 jaar later tegen JetBlue in de rechtbank om mijn medische rekeningen betaald te krijgen.

Tragisch genoeg wordt mijn verhaal, zoals dat van veel collega's die fume events hebben meegemaakt, nog erger. Het bedrijf waar ik mijn carrière aan heb gewijd, beweert dat er geen oorzakelijk verband is tussen mijn symptomen en het fume-event. Maar waar anders zou ik aan giftige oliedampen zijn blootgesteld?

FAA***

Ondanks de ontkenning van luchtvaartmaatschappijen over de verschrikkelijke gevolgen van fume-events en hun frequentie, zijn er veel gedocumenteerde gevallen en recente gerechtelijke uitspraken over de hele wereld die bewijzen dat fume-events:

- 1) regelmatig plaatsvinden en
- 2) giftig zijn.

Dit jaar alleen al waren er 685 gemelde fume-events in de VS en 441 fume-events op Airbus-vliegtuigen alleen.

Mijn acties

Ik heb een klacht ingediend bij de FAA in september 2023, en ik heb meer dan 4 maanden gewacht op een reactie. Toen ze eindelijk contact opnamen, was het een extreem kort gesprek zonder vervolgvragen. Ze zeiden dat ze:

- a) mijn fume-event niet in hun database konden vinden.
- b) dat er geen FAA-regels waren

overschreden, dus beschouwden ze de zaak als gesloten.

*Klinkt dit als een onderzoek voor jou?
Voor mij voelde het dat zeker niet zo.*

Toewijding

Het Aerotoxic Syndroom moet worden erkend als een beroepsziekte, zodat bemanningen de nodige medische ondersteuning kunnen krijgen van een netwerk van geïnformeerde artsen en hun ziekte door verzekeringen wordt gedekt. We vechten voor een redelijke en noodzakelijke zaak. We vechten ervoor om erop te kunnen vertrouwen dat een vliegtuig dat is gebouwd en gecertificeerd, écht veilig is en geen schade toebrengt aan bemanningen of passagiers.

Hoeveel meer mensen moeten er ziek worden voordat fabrikanten veranderingen doorvoeren?

Samen kunnen we veel meer doen dan de waarde van een machineonderdeel boven de waarde van een leven stellen.

Tot slot

Heel erg bedankt voor jullie aanwezigheid en jullie bijdrage aan deze strijd. Wetende dat zoveel briljante en invloedrijke geesten hier zijn om dit probleem aan te pakken, geeft me hoop voor de toekomst. Dank jullie wel."

* **Convergentie-insufficiëntie** is een oogprobleem waarbij de ogen moeite hebben om naar binnen te draaien (convergeren) bij het focussen op iets dichtbij, zoals een boek of een computerscherm. Normaal gesproken werken beide ogen samen om een enkel beeld te zien, maar bij deze aandoening kan dat moeilijk zijn, wat leidt tot symptomen zoals:

- Wazig zicht bij dichtbij kijken.
- Dubbelzien.
- Oogvermoeidheid of hoofdpijn na lezen of werken op korte afstand.

Het komt vaak door een zwakte in de spieren die de ogen naar binnen trekken, of door problemen in de samenwerking tussen de ogen.

** **Perifeer zicht** (ook wel zijzicht genoemd) is wat je kunt zien aan de randen van je gezichtsveld, buiten je directe focus.

*** **De Federal Aviation Administration** of kortweg FAA is het bureau van de Amerikaanse luchtvaartautoriteiten. Het bureau valt onder het Amerikaanse ministerie van Transport, en is bevoegd om in de Verenigde Staten alles te reguleren dat met de burgerluchtvaart te maken heeft.



Ellende in de cockpit

De afgelopen weken kwamen diverse nieuwsberichten naar buiten over vliegtuigen met stankoverlast en rook in de cabine en cockpit. Een zelfs met een dodelijk slachtoffer tot gevolg. Verschrikkelijk. Zolang de vliegtuigen defecten blijven vertonen, moeten we hard doorgaan met het onderzoek naar het Aerotoxic Syndroom. Alleen zo kunnen we de mensen helpen die ziek worden door de giftige gassen die vrijkomen in en om het vliegtuig.

Bericht 1

NOS Nieuws - dinsdag 24 december 2024
Zwitsers vliegtuig maakt noodlanding in Oostenrijk na rook en motorproblemen

Een Zwitsers vliegtuig heeft gisteren een noodlanding gemaakt op de Oostenrijkse luchthaven Graz vanwege motorproblemen en rook in de cockpit en cabine van het passagiersvliegtuig.

Het vliegtuig was aan het einde van de middag vanuit de Roemeense hoofdstad Boekarest vertrokken met als eindbestemming Zurich. Aan boord waren 74 passagiers en 5 bemanningsleden, meldt luchtvaartmaatschappij Swiss.

Een van de bemanningsleden is per helikopter naar het ziekenhuis in Graz gebracht. Swiss zegt zich zorgen te maken om de toestand van het bemanningslid. Ooggetuigen melden aan Oostenrijkse media dat de persoon in kwestie bewusteloos werd afgevoerd. Het is nog niet duidelijk waardoor de rook kon ontstaan.

Bericht 2

31 december 2024

Bemanningslid SWISS-vlucht week na noodlanding overleden

De Zwitserse luchtvaartmaatschappij SWISS is in diepe rouw. Een week nadat een Airbus A220 een noodlanding moest maken in Graz is een cabinebemanningslid overleden, zo meldt het bedrijf. "We zijn diepbedroefd over het verlies van onze jonge collega", aldus topman Jens Fehlinger.

Uit respect voor de nabestaanden doet SWISS geen nadere mededelingen omtrent persoonsgegevens of de exacte doodsoorzaak. Naar de oorzaak van het incident wordt nog onderzoek gedaan.

Bericht 3

16 december 2024

Niet te harden varkensstank in cabine zorgt voor tussenlanding KLM-vliegtuig

Er zijn ook nog merkwaardiger incidenten, blijkt uit dit nieuwsbericht van het AD.

Varkens in het vrachtruim van een KLM-vlucht hebben een onverwacht probleem veroorzaakt. De Boeing 787 Dreamliner moest een tussenlanding maken om het toestel te verluchten, omdat de stank in de cabine en cockpit nauwelijks te harden was.

Het toestel was op vrijdag onderweg van Amsterdam naar Mexico City met 259 passagiers aan boord. In het vrachtruim bevonden zich ook honderd varkens, maar die zorgden halverwege de Atlantische Oceaan voor een groot ongemak. De ondraaglijke geur die ze verspreidden, drong door tot in de cabine en zelfs de cockpit. De situatie noopte de gezagvoerder tot een ongeplande tussenlanding op Bermuda.

De piloot meldde aan de luchtverkeersleiding op L.F. Wade International Airport dat het niet om een medisch of technisch noodgeval ging. Toch was een extra stop noodzakelijk, omdat de luchtkwaliteit aan boord sterk achteruitging en de zuurstofvoorraad beperkt was.

Dit laatste bericht klinkt misschien als vervelend ongemak en -als je er niet bij was- misschien zelfs als grappig, maar uit de uitwerpselen van varkens komen ammoniakgassen vrij. Blootstelling aan amoniak kan leiden tot gezondheidsproblemen. Hoge concentraties ammoniak zorgen voor geïrriteerde ogen, benauwdheid, hoesten en ontstekingen van de luchtwegen. Dit keer was het dus niet de vliegtuigmotor die zorgde voor een ongezonde cabinelucht, maar was het de levende lading. Ook nu is het een raadsel hoe het kon gebeuren dat de lucht vanuit het ruim de cabine binnen kwam.

Nieuws Buitenland

KLM-vlucht maakt tussenlanding in Bermuda door sterke varkensgeur



Een KLM-vliegtuig. Beeld EPA

Een passagiersvlucht van Amsterdam naar Mexico heeft om een nogal ongewone reden een tussenlanding gemaakt in Bermuda. Een woordvoerder van de Nederlandse luchtvaartmaatschappij KLM zei dat een sterke geur van varkens in het vrachtruim zich afgelopen vrijdag halverwege de reis had verspreid in de cockpit van vlucht KL685.