

UIT DE PRAKTIJK

BRAND-, ELECTRICITEITS- EN EXPLOSIEGEVAREN IN DE TANDHEELKUNDIGE PRAKTIJK

DOOR F. DUYVENSZ

Ongelukken door brand

Tot de onaangenaamheden, die zich in onze praktijk kunnen voordoen en niet in direct verband staan met onze behandeling, behoren de ongevallen, veroorzaakt door brand, kortsluiting of explosie. Bij de uitoefening van ons beroep doen zich zulke ongevallen voor. Gewoonlijk besteden wij er na afloop niet heel veel aandacht meer aan. Maar toen ik onlangs wederom zo iets meemaakte, kwam bij mij de vraag op of het misschien zijn nut zou kunnen hebben iets hierover te vertellen.

Ten einde de veiligheid ten opzichte van personen en eigendommen zo groot mogelijk te doen zijn moet reeds bij de bouw en inrichting van onze behandelings- (en operatie)kamer nauwkeurig overwogen worden, hoe en waar gas, electriciteit, waterleiding, etc. aangebracht moeten worden, opdat alles zo veilig mogelijk werkt en in geval van nood zo spoedig en gemakkelijk mogelijk uit- of ingeschakeld kan worden. Dit geldt ook voor verwarming en ventilatie. Wat dit laatste betreft, zorg er voor dat ge de kamer niet alleen beneden (opschuiven van een raam) maar ook boven, naar het plafond toe, ventileren kunt. De studie van ongelukken, welke in onze behandelings(operatie)kamer ernstige gevolgen kunnen hebben, voerde tot de conclusie, dat de grootst mogelijke graad van veiligheid die men bij de tegenwoordige stand der techniek kan bereiken, eerder mogelijk is door coördinatie van alle belangrijke factoren dan door het toepassen van individuele en onsamenhangende veiligheidsmaatregelen. Bovendien kunnen in sommige gevallen de gestelde eisen slechts effectief en toelaatbaar zijn, wanneer zij in samenhang met andere worden toegepast.

Men dient veiligheidsvoorschriften op te stellen opdat de bediening van installatie en instrumentarium bewust en onder volkomen verantwoording van de operateur(s) en personeel kan worden uitgevoerd. Alles moet hierbij zo eenvoudig en gemakkelijk mogelijk gehouden worden.

Tenslotte moet voor een volkomen succes alles geregeld gecontroleerd worden.

Het volgende vaak voorkomende ongevalletje bracht mij tot het schrijven van deze regels.

In mijn praktijk maakte een juist bij mij binnen gekomen patiënte na de gebruikelijke begroeting de opmerking „Wat ruikt het hier naar gas” Noch de zo-
februari 1958 no. 2

even vertrokken patiënt, noch mijn assistente, noch mij was dit opgevallen. De lucht was blijkbaar zich zo geleidelijk met gas aan het verzadigen, dat het ons, die van den beginne af aan in de kamer aanwezig waren, niet was opgevallen. Dat wij nu, op de gaslucht opmerkzaam gemaakt, direct probeerden de oorzaak hiervan op te sporen, sprak vanzelf. Dat ge in zo'n geval niet de fout moet maken met een brandende lucifer of met een aansteker naar het lek te zoeken is wel niet nodig te zeggen, ofschoon die fout trots alles, herhaaldelijk gemaakt wordt.

In ons geval bleek het gasvlammetje aan de bracket uitgewaaid te zijn. Waar de gasopening van dit Bunsenbrandertje slechts klein is, was de uitstroming betrekkelijk gering geweest, maar gestadig, zodat het de juist binnengekomen patiënte ogenblikkelijk opviel.

Waar het gas betreft dient men dit zo veel mogelijk aan te voeren via metalen leidingen en zo min mogelijk rubbergasslangen te gebruiken. Deze laatste worden poreus en in uiterst geringe mate laten zij toch gas ontsnappen. Hieruit ontstaan die gevallen, waar mensen, die zich lang in zo'n met gas bezwangerde lucht ophouden, gaan klagen over „sterretjes zien”, hoofdpijn en misselijkheid, zonder op het idee te komen, dat een poreuze gas slang hiervan de oorzaak kon zijn.

Men doet dus goed van tijd tot tijd de onvermijdelijke rubbergasslangen te controleren.

Dat door het ontsnappen van gas dus niet alleen vergiftiging, maar ook brand en explosie kunnen ontstaan, behoeven wij niet verder te memoreren. Het aan de bracket aangebrachte Bunsenbrandertje brandt met een bijna onzichtbaar vlammetje. Dit heeft mij een keer parten gespeeld, toen ik de moeder van het patiëntje, dat in de stoel zat, iets bij haar telg wilde tonen. Mevrouw had het vlammetje niet gezien, boog zich hier over heen en plotseling stond haar hardos in lichter laaie.

Eens waaide de deur van mijn behandelingskamer open, terwijl er een raam open stond. Door de toen ontstane tocht waaide het tulen gordijn over het brandende gasvlammetje en vatte vlam. Onze gevolgtrekkingen na dit incident waren: als ge gordijnen voor de ramen van een behandelingskamer hebt, zorg er dan voor, dat zij aan de onder- en bovenkant vast gemaakt zijn en dus niet kunnen opwaaien. Overigens, er zijn thans betere raambedekkingen.

Dat voor verwarming van het vertrek centrale verwarming te verkiezen is boven een open elektrische-, gas- of kolenhaard zal men met het oog op lekkage van ontvlambare stoffen (aethylchloride, aether, benzine, zuurstof, etc.) direct moeten toegeven.

Om dezelfde reden is het ook niet wenselijk te roken in vertrekken, waar ontvlambare of gemakkelijk ontplofbare stoffen of gassen aanwezig zijn. Gevaarlijk in dit opzicht zijn de vaak nonchalant weggeworpen tampons, die met gemakkelijk ontbrandbare stoffen gedrenkt zijn, die vaak bij desinfectie (huid, enz.) gebruikt worden (aether, benzine, alcohol, jodiumtinctuur, etc.); het zou beter zijn niet gemakkelijk ontvlambare desinfectantia van gelijke werking te gebruiken.

In ziekenhuizen heeft men gewoonlijk voor het opbergen van cylinders voor

zuurstof- en narcosegassen, als wel voor gemakkelijk ontvlambare stoffen een aparte, goed geventileerde opslagruimte, waar geen elektrische leidingen of gasbuizen door lopen, waar de temperatuur- en vochtigheidsgraad precies op peil gehouden worden, waar bovendien de zon niet kan binnendringen en men met een brandend voorwerp niet mag binnenkomen, waar roken dus streng verboden is.

Kleine hoeveelheden gemakkelijk ontvlambare of ontplofbare stoffen berge men op in goed afgesloten donkere kasten.

Het droogkoken van pannen, het te gloeiend worden van elektrische kookplaten zijn meermalen aanleiding tot brand geweest.

De water (stoom) sterilisator zal voor droogkoken wel het eerst in aanmerking komen. Het meest verkieslijk zijn daarom de vol-automatisch werkende sterilisatoren, die, wanneer de instrumenten voldoende lang hebben gekookt, zich zelf uitschakelen, maar die bovendien ook het water, als het op een gegeven moment tot een bepaald niveau door verdamping is gezakt, automatisch bijvullen. Ook de sterilisatoren voor olie en vaseline (boormachine, hand- en hoekstukken) en hete luchtsterilisator moeten voortdurend worden gecontroleerd.

Een andere oorzaak van brand, die vroeger een rol speelde, was het ontijdig ontbranden van poeder voor bliksemlicht bij het fotograferen van patiënten. De tegenwoordig gebruikelijke elektrische flitslichten zijn minder gevaarlijk.

Ongelukken door electriciteit

Reeds eerder wees ik erop, hoe men bij de bouw en inrichting van onze behandelings- en operatiekamers er rekening mee dient te houden, waar en hoe men de leidingen zal aanbrengen, de schakelaars en stopcontacten zal plaatsen. Zo doet men goed stopcontacten op $\pm 1\frac{1}{2}$ meter van de grond aan te brengen en van een automatisch afsluitplaatje te voorzien, opdat niet kleine patiëntjes in een onbewaakt moment hun vingertjes in de openingen van het contact kunnen steken. Elektrische leidingen moeten niet in contact met de waterleiding kunnen komen of door lekkage nat kunnen worden; plaats daarom de elektrische leidingen steeds *boven* de waterleidingen. Plaats alle leidingen zó, dat zij gemakkelijk te bereiken zijn.

Van de drie te behandelen onderwerpen: ongevallen bij brand, electriciteit en explosie behoren die, welke worden teweeggebracht door de elektrische licht- of krachtinstallatie gewoonlijk tot de minst ernstige. Toch is het denkbaar, dat gedurende een operatie de operateur een schok zou krijgen als hij juist een scherp instrument hanteert. Dat ge daarom de elektrische apparaten voortdurend op hun deugdelijkheid moet controleren spreekt vanzelf, maar dat er, trots controle, toch altijd nog iets kan gebeuren door een oorzaak, die men nooit had kunnen vermoeden ondervond ik 50 jaar geleden aan den lijve. Toen ik mijn praktijk begon had ik vlak bij de behandelingsstoel op een houten consoletje een klein elektrisch warm-waterketteltje staan, waarin de waterspuit stond. Het ketteltje functioneerde prachtig tot ik met mijn linkerhand steunde op het metalen

hoofdstuk van de stoel en met mijn rechterhand de waterspuit uit het half met water gevulde elektrische pannetje nam. Op dat moment kreeg ik plotseling het gevoel alsof mijn keel werd dichtgeknepen. Ik slaakte een rauwe kreet en zakte bewusteloos ineen. Dit was mijn geluk, want in mijn val sleepte ik het elektrische pannetje mee, waardoor het contact werd verbroken. Een week lang kon ik mijn rechterarm niet gebruiken. Wat was er gebeurd? Door een gaatje, niet groter dan een speldeprik in de isolatie van het verwarmingselement was het pannetje onder spanning komen te staan.

Een electrisch verschijnsel van andere aard moge thans volgen. Een jaar vóór de tweede wereldoorlog werd ik door mijn toenmalige buurman en collega Dr. LOUIS FRANK opgebeld, om te vragen of er bij mij soms iets aan de elektrische installatie haperde, want er flitsten bij hem soms vlammen van naar schatting 25 cm. doorsnee door de kamer om dan tegen een van de muren met een knal en een vonkenregen uiteen te spatten. Hij had zijn installatie laten nazien, maar bij hem was alles in orde bevonden. Een maand te voren (het was die zomer nogal warm) had zich bij mij hetzelfde afgespeeld. Onze behandelingskamers lagen aan dezelfde zijde van het huis op ongeveer gelijke hoogte. Het flitsen van zo'n grote vlam door het vertrek en het uiteenspatten in vonken is zo'n onverwachte gebeurtenis, dat de aanwezigen er erg van onder de indruk komen. De ingenieur van de Gemeentelijke Electriciteitswerken schreef het voorgevalene toe aan „ontlasting van statische electriciteit”. Statische electriciteit, wat is dat? In de strikte betekenis van het woord verstaat men hieronder „een electriciteit, welke, althans tijdelijk, stil staat”. De naam is afgeleid van het latijnse woord „stare”, dat staan betekent. De uitdrukking wordt gebruikt voor elektrische verschijnselen aan isolerende materialen. Hierop kunnen relatief kleine hoeveelheden elektrische lading enorme elektrische spanningen teweeg brengen.

Als twee isolatoren van geschikte soort langs elkaar gewreven worden of eenvoudig een ogenblik met elkaar in aanraking gebracht, worden – zoals in de klassieke proeven met de lakstaaf en de flanellen doek – elektrische spanningen van duizenden volts opgewekt die zich in de vorm van vonken kunnen ontladen.

Voorwaarde hiervoor is het isolerende vermogen van de materialen, dat bovendien niet door een geabsorbeerd laagje uit een vochtige atmosfeer te niet gedaan mag worden. De geringe hoeveelheden electriciteit, die hier in het spel zijn, zouden immers langs een geleider zo snel afvloeien dat nooit de spanning nodig voor vonkvorming bereikt wordt.

Nu doen zich met name in de operatiekamer allerlei kansen tot ophoping van statische electriciteit voor. Laat ons het voorbeeld nemen van het instrumentenkaretje of tafeltje dat wordt rondgereden. Eerst maakt het rubber wiel contact met de isolerende vloer, al rollende wordt het snel van de vloer op bepaalde punten gesepareerd, zodat zich het gevaarlijke spel van snelle contacten en verbreking hiervan tussen isolatoren voordoet. Nemen wij als tweede voorbeeld iemand, die op rubber zolen over zo'n vloer loopt. De handeling van het lopen brengt met zich mee, dat de voet steeds weer met de vloer in contact wordt gebracht en ervan gesepareerd. Op deze wijze kan statische electriciteit tot stand

komen, welke zich zowel in het individu als in de vloer kan ophopen en een persoon, die daar rond loopt kan hoog geladen worden tot een potentiaal, welke sterk verschilt van die van de andere personen of van die van de installatie in het vertrek. Het zou aldus voor kunnen komen, dat wanneer hij in de buurt komt van een ander individu of van b.v. een metalen tafel, er een vonk op die persoon of op een voorwerp overspringt.

Wilt ge nog een derde voorbeeld, dan zouden wij er op kunnen wijzen, hoe het mogelijk is, dat zelfs in een anesthesie apparaat, wanneer het anesthesiegas door het apparaat stroomt, een statische lading kan worden opgebouwd, tenzij het deel van het apparaat, waardoor het gas stroomt, van geleidend materiaal is, waardoor deze ladingen voortdurend worden afgevoerd. Hoeveel statische electriciteit manifest wordt bij wrijvingen van wol, zijde en nylon over de huid en over ander textiel weet iedereen.

De vonken, die optreden kunnen zeer bedenkelijk worden, wanneer deze door ruimten flitsen, waarin zich gemakkelijk ontvlambare of explosieve stoffen of gassen bevinden.

Een vonk, die zich ontlast is reeds bij een voltage van 350–500 groot genoeg om bepaalde explosieve mengels, zoals b.v. die van anesthesiegassen te doen ontvlammen.

In 1950 publiceerde THOMAS een rapport: de „Newsletter of the American Society of anaesthesiologists” over de elektrische potentialen, die worden opgewekt door de manipulaties bij het gebruik van een anesthesie-apparaat. Hier mogen enkele getallen volgen: 2200–4000 volts werden opgewekt door het leegdrukken met de handen van een anesthesiegasballon van 5 liter. Werden bij dat leegpersen rubberhandschoenen gedragen, dan werden voltages verkregen van 7400–100.000 volts.

Bij het openen van een cylinderklep met een metalen sleutel bereikte men een voltage van 800 volts, etc.

De handeling, waarbij lakens van de operatietafel worden afgenomen, kan een spanning ontwikkelen die tot 9000 volts kan gaan.

Voltages, welke op die wijze worden voortgebracht, kunnen voor sommige explosies verantwoordelijk worden gesteld, die bij de patiënt een ruptuur van de long hebben veroorzaakten met dodelijk gevolg.

Methoden, die de gevaren ten gevolge van statische electriciteit, beperken

Een algemeen toegepast grondprincipe in deze is de toestand waardoor statische electriciteit wordt opgewekt, uit te schakelen of althans te verminderen, door de elektrische ladingen op onschuldige wijze weg te leiden zodra zij ontstaan. Wanneer alle betreffende voorwerpen geleidend zijn kan dit gemakkelijk geschieden door ze alle met één gemeenschappelijke geleiding – de grond – te verbinden, ze z.g.n. te „aarden”. Hiervoor is slechts een geringe geleidingsbaan voldoende. Voor dit doel werden vaak kettingen gebruikt, vooral voor voorwerpen, die in de operatiekamer verplaatst worden (rijdende instrumententafel,

electriche apparatuur enz.), maar ook voor personen (door kettingen om de enkels). Al deze kettingen liepen dan naar de vloer, die geleidend was gemaakt. Toch kon men deze wijze van aarden niet als absoluut betrouwbaar beschouwen omdat mogelijke oxydatie tussen de kettingschakels plaatsen van hoge weerstand zou kunnen doen ontstaan en aldus het doel van bescherming tegen accidentele kortsluitingen zou te niet doen. De meest gebruikelijke weg om bewegende voorwerpen of personen te „aarden” is om de grond voldoende electriche geleidend te maken. Van dit standpunt bezien zouden metalen vloeren ideaal kunnen zijn, maar helaas zijn ze te glad; men heeft getracht de gladheid te ondervangen door betonvloeren toe te passen, waarbij men door het beton metaalkrullen had verwerkt. Deze moeten dan uiterst fijn zijn, zodat wanneer men hierover loopt of een voorwerp verplaatst, er steeds delen met het metaal van de vloer in contact moeten zijn. Om dezelfde reden heeft men ook wel goede geleiders als magnesium-oxychloriden of koperzouten in de vloercementen verwerkt. Ook rubbervloeren, waarin metaalroosters verwerkt zijn, heeft men op de markt gebracht, z.g.n. antistatische-rubber. Vroeger draaide men ook wel koperen (omdat een zacht metaal geprefereerd werd) schroeven in de vloer, die dan met de spijkers van de schoenen van personen of met de voorwerpen, die er mee in aanraking kwamen, contact moesten maken.

Tegenwoordig draagt het operatieteam schoenen van antistatische rubber, waardoorheen metaalpoeder of heel fijne metaaldeeltjes verwerkt zijn. Wanneer men hierin bij voorkeur met blote voeten staat en ook de vloer geleidend is, is er voortdurend aardgeleiding, dus electriciteitsafvoer mogelijk.

Ook het inrichtingsmateriaal moet op gelijke wijze met de vloer verbonden zijn, dus b.v. geleidende antistatische rubberbanden om de wieltjes voor rijdende instrumenten, tafeltjes, kastpoten, etc.

Er zijn bepaalde materialen, die ook wel in de operatiekamer gebruikt worden, waarvan men weet, dat zij bijzondere neiging hebben, statische electriciteit in zich op te hopen en hierdoor dus zeer gevaarlijk kunnen worden. Dit zijn o.a. wol, zijde, nylon en soortgelijke synthetische materialen. Wollen dekens of doeken van wol of half-wol, kledingstukken van zijde of nylon moeten uit de operatiekamer geweerd worden, alsmede ook uit alle vertrekken, waar anesthesie-gassen of ander gemakkelijk ontvlam- of ontplofbaar materiaal wordt opgehoopt.

Kleding van het operatie-team

Wij gaan hier uit van de veronderstelling, dat de vloer in de operatiekamer geaard is. Het operatie-team en de zuster dragen dus geen wollen, zijde of nylon kledingstukken. Wat de zusters betreft, die in de operatiekamer werken, lijkt mij hun kleding, zoals deze nu is, nog al ondoelmatig. Zij dragen thans nog vaak over de gebruikelijke kleding, hun steriele jas, die aan de onderkant afstaan en kort is, zodat eventueel hun zijden of nylon kousen, onderjurken en verder lijfgoed open staan tot ophopen van statische electriciteit. Deze kledingstukken

sluiten bovendien vaak niet voldoende aan het lichaam, zodat zich tussen huid en kledingstuk gemakkelijk electriciteit kan ophopen. Het beste lijkt mij daarom, dat ook zij in de operatiekamer nauwsluitende overalls dragen, zoals wij die van de fabrieksarbeider kennen (pantalon en jas aanéén) en die dan vervaardigd moeten zijn van een stof, waarin zich niet gemakkelijk electriciteit ophoopt, zoals linnen en katoen. Zij moeten bij voorkeur met de blote voet in antistatische rubber schoenen staan, die alleen gedurende de operatie gedragen mogen worden, want wanneer zij er mee over gewaste vloeren in andere vertrekken zouden lopen, zou er zich was onder de schoenen kunnen ophopen en zo het metaalcontact met de geleidende vloer verbroken kunnen worden. De schoenen met de antistatische rubberzolen moeten daarom telkens voor het gebruik op hun reinheid gecontroleerd worden. Men reinige de zolen met metaalkrullen. Dit zelfde geldt ook voor de vloer, ook deze mag niet met was of een laagje ingedroogd zeepsop bedekt zijn; reinigen met ijzerkrullen is ook hier op zijn plaats. Men vergete niet, dat er mensen zijn, die buitengewoon vatbaar zijn voor elektrische ladingen en het schijnt, dat het verschil van deze menselijke dynamo's in tegenstelling tot de anders ingestelden in hoofdzaak daarin ligt, dat zij minder neiging tot transpireren bezitten, zodat hun kleding en speciaal hun schoenen droger zijn en aldus betere isolatoren.

Invloed van de vochtigheid der atmosfeer bij de ophoping van statische electriciteit

Wanneer een of beide van de betrokken voorwerpen niet elektrisch geleidend is, wordt het probleem van het afvoeren van de elektrische lading veel moeilijker. De meest gebruikelijke manier is dan een relatief hoge vochtigheid in de omringende atmosfeer te verwekken. Dit lukt het best door een straal stroom door het vertrek te blazen. Men heeft het ook beproefd door besprenkelen van de vloer met water, het ophangen van natte doeken, het neerzetten van open bakken met water, etc., maar het blijkt niet zo eenvoudig te zijn de vochtigheidsgraad van de lucht in een vertrek op te voeren; het best voldeed de stoomstraalspray.

Verschillende stoffen, zoals paraffine en enkele wassoorten ontwikkelen in aanwezigheid van waterdamp geen geleiding aan het oppervlak.

Uit dit alles blijkt, dat een hygrometer in de operatiekamer geen luxe is.

Ongelukken door explosies

De couranten van woensdag 12 december 1956 vermeldden: „Door exploderende etherdamp brand in het Emma Kinderziekenhuis te Amsterdam’.

„In de behandelingskamer van het Emma Kinderziekenhuis heeft gisteren in de namiddag een kleine brand gewoed ten gevolge van een lichte explosie, die ontstond toen in de kamer hangende etherdamp ontvlamde. Bij de operatie van een patiëntje was kort te voren als gewoonlijk ether gebruikt. Na afloop van de operatie stak een verpleegster een gasvlam aan om de gebruikte instrumenten

te ontsmetten. Hierdoor vatte de nog hangende etherdamp vlam, zodat een brandje ontstond, dat snel om zich heen scheen te grijpen. De verpleegster, die de vlam had ontstoken, kreeg brandwonden aan het gezicht en de handen en werd in het ziekenhuis opgenomen. Een andere in het vertrek aanwezige verpleegster schrok zó, dat zij uit het raam sprong en met een shock moest worden opgenomen." Tot zover het verslag.

Hier dus een explosie van een der gemakkelijk ontvlambare narcosegassen, die het gevolg is van nalatigheid ten opzichte van de veiligheidsvoorschriften. Alvorens een gasvlam aan te steken had hier natuurlijk eerst geventileerd moeten worden om de ether kwijt te raken.

Prof. GILBERT STEAD wijst in een rapport, dat hij aan het „Ministry of Health" in Engeland uitbracht, er op, dat van 1947-1954 in Engeland 36 explosies in ziekenhuizen zijn voorgekomen, welke meest voorkómen hadden kunnen worden, indien er hier of daar niet een nalatigheid was gebleken bij de toepassing van de veiligheidsvoorschriften. Uit het rapport bleek, dat 3/4 van de explosies niet zouden zijn ontstaan, als alle voorgeschreven veiligheidsmaatregelen op de juiste wijze waren toegepast. Enkele van deze explosies waren veroorzaakt door statische electriciteit, andere door het gebruik van gewone rubber. De commissie was van oordeel, dat het gebruik van z.g.n. antistatische rubber het aantal explosies zeker zou hebben verminderd. De aard der explosie-ongevallen zou men als volgt kunnen indelen:

a. brandbare anethetica.

Het gebruik van brandbare anethetica zoals ether, ethylchloride, cyclopropan of ethyleen is gevaarlijk, doordat de stoffen met lucht, zuurstof of stikstofoxyde ontvlambare verbindingen kunnen aangaan. Deze mengsels kunnen geweldig explosief zijn en bij vele dezer explosies was dood het gevolg.

b. Het gebruik van een gesloten ademhalingssysteem bij de toepassing van een anestheticum beperkt de ongevallen op dit gebied al meer, maar het is toch nodig om nog enkele veiligheidsmaatregelen te nemen voor ieder vertrek, waar deze brandbare verdoovingsmiddelen worden gebruikt.

c. De voornaamste oorzaken voor het ontvlammen van brandbare anethetica in vertrekken, waar deze worden gebruikt, zijn:

1. defecten aan de vaste elektrische installatie.
2. defecten aan de verplaatsbare elektrische uitrustingen.
3. ophoping van statische electriciteit.
4. open vlammen of hitten boven de verbrandingstemperaturen van de in gebruik zijnde ontvlambare gassen.
5. bijkomstige bronnen voor explosie.

Deze kunnen o.a. zijn stootvonken, spontaan ontbranden van oxyderende en ontvlambare gassen, lekkage aan sluitstukken, vooral wanneer cylindere met verschillende gasinhoud met elkaar verbonden zijn en onder druk staan. Voor deze bindings- en sluitstukken bestaan in Amerika strenge voorschriften.

Ten einde explosies te voorkomen b.v. bij het mengen van verschillende gas- en gasvormige medicamenten (narcose) zou het wenselijk zijn, dat de cylinders met gasen welke in de operatie- of behandelingskamer aanwezig zijn door een verschillende kleur zouden worden aangeduid. Deze kleuring moet internationaal geregeld zijn.

In Amerika zijn de volgende kleuren gebruikelijk:

1. zuurstof – groen
2. koolzuur – grijs
3. stikstofoxyde – licht blauw
4. cyclopropan – oranje
5. helium – bruin
6. ethyleen – rood
7. koolzuur + zuurstof – grijs en groen
8. helium + zuurstof – bruin en groen.

Waar in de tandheelkundige praktijk niet alleen bij operatief ingrijpen maar ook bij de behandeling van parodontose met zuurstof insufflaties, zuurstofcylinders aanwezig zijn, vereisen deze bijzondere attentie. Men zou deze als volgt kunnen samenvatten:

Voorzorgsmaatregelen bij het gebruik van zuurstofapparatuur:

Controle: controleer uw apparaat, alvorens het in gebruik te nemen.

Gebruik *NOOIT* olie of oliehoudend materiaal, vet of vethoudend materiaal, brandbaar materiaal aan deze zuurstofcylinders.

Insmeren met olie of olie- en vethoudende stoffen:

Smeer het zuurstofapparaat nooit in met olie of vet, zoals kranen, fittings, regulateurs, meettoestellen, schroeven, etc. Gebruik daarom ook geen poetspommade.

Aanvatten van het zuurstofapparaat:

Dit moogt ge nooit doen als ge vet, olie of vaseline aan uw handen hebt of wanneer ge doeken in uw handen hebt, waaraan bovengenoemde stoffen kleven.

Slangen aan het zuurstofapparaat:

Dit mogen geen gewone rubberslangen zijn. Slangen, welke aan het zuurstofapparaat worden gekoppeld zijn van een bijzonder hiervoor vervaardigd materiaal gemaakt.

Stof:

Neem voorzichtig stof van de sluitstukken weg, als ge op het zuurstofapparaat iets wilt aansluiten.

Hoofdkraan openen:

Bij het in gebruik stellen van de zuurstofcilinder draaie men de hoofdkraan niet snel, maar langzaam open. Controleer hierbij of de manometer goed functioneert en langzaam oploopt.

Andere voorzorgsmaatregelen:

Gebruik nooit schroeven, kleppen, fittings, slangen, etc. voor andere doeleinden. Zij zouden met stoffen in aanraking geweest kunnen zijn, die een explosie zouden kunnen veroorzaken, wanneer zij met zuurstof in aanraking kwamen.

Gebruik nooit zuurstof uit een cilinder door deze direct uit de hoofdkraan af te tappen, maar laat de zuurstofstroom altijd door een reductie reguleteur gaan.

Mengen:

Meng nooit een ander gas in een zuurstofcilinder of in enige andere cilinder.

Bedekken van cylinders:

Hang nooit iets over uw zuurstofcilinder, want dan kunt ge nooit nagaan of b.v. uw manometer wel op nul staat, of er lekkage is, of iets anders gebeurt. Gooi er dus nooit jassen, lakens, doeken, hoofdkappen, maskers, enz. op.

Controle na het gebruik van het zuurstofapparaat:

Wanneer ge het apparaat niet meer gebruikt, sluit dan eerst de hoofdkraan van de cilinder af en laat vervolgens door de andere kraantjes de nog aanwezige zuurstof uit slangen, meetapparaten, etc. afvloeien. Hierdoor moeten ten slotte de inhouds- als ook de drukmeter op nul komen te staan. Eerst dan mag men aannemen, dat de zuurstofcilinder goed gesloten is, maar het is wenselijk na verloop van een poosje nogmaals even te controleren.

Heeft men de zuurstof verbruikt in combinatie met ethylboraat dan late men de slang welke van het apparaat naar de patiënt gaat goed uitlekken door de slang laag te hangen en veegt het metalen mondstuk vervolgens met alcohol af. Bij al deze procedures spreekt het vanzelf, dat de hoofdkraan van de cilinder gesloten is.

Reparatie:

Laat deze altijd aan vakkundige personen over, doe dit nooit zelf.

Samenvatting:

1. Iedere inrichting of ziekenhuis moet zoveel mogelijk de veiligheid in acht nemen om de gevaren, welke kunnen ontstaan door brand – elektriciteitsexplosies – te beperken.

2. De voorschriften daaromtrent moeten voor iedereen goed zichtbaar worden aangebracht. Zij moeten kort en duidelijk in een vorm zijn vervaardigd, die gemakkelijk te begrijpen is. Men moet af en toe bij die personen, voor wie zij in de eerste plaats bestemd zijn, na gaan of zij ook begrepen zijn.

3. Wanneer ontvlambare anesthetica met zuurstof vermengd worden, kunnen zij explosief worden.

4. Vele middelen, die gebruikt worden voor schoonmaken of desinfecteren (b.v. van de huid) zijn brandbaar (alcohol of alcoholhoudende middelen, ether, benzine, etc.). Wanneer zij vervangen kunnen worden door andere niet brandbare of niet-explosieve stoffen van gelijkwerkende invloed, zijn de laatste te prefereren.

5. Alle mogelijke bronnen van vuur of grote hitte moeten ver gehouden worden, wanneer ontvlambare anesthetica of gemakkelijk vlamvattende geneesmiddelen gebruikt worden (b.v. bij desinfectie).

6. Rookverbod dient streng doorgevoerd te worden in alle lokaliteiten waar gemakkelijk ontvlambaar of ontplofbaar materiaal aanwezig is.

7. Men moet trachten in de behandelings- en operatiekamers zoveel mogelijk ophoping van statische electriciteit te voorkomen. Een der middelen hiertoe is, dat er hier een juiste vochtigheidsgraad heerst.

8. Kleding. Sommige textielstoffen als wol – zijde – nylon en andere synthetische textiel hebben de bijzondere neiging om zich met statische electriciteit te laden en vonken te produceren van voldoende energie om ontploffing van brandbare anesthesische gasmengsels te doen ontvlammen. Daarom moeten wol, zijde of nylon uit de operatiekamer worden geweerd en door katoen of linnen worden vervangen.

9. Voetbekleding. De schoenen moeten van antistatische rubber zijn vervaardigd en mogen alleen in de operatiekamer worden gedragen.

10. De vloer in de operatiekamer en zo mogelijk ook in de behandelingskamer moet geleidend zijn. Geleidende vloeren moeten vooral goed schoon en geleidend gehouden worden.

11. Alle personen met inbegrip van de patiënt en de gehele installatie die zich in de operatiekamer bevindt, moeten via de vloer electricisch verbonden zijn zodat een potentiaalverschil van statische electriciteit tussen gebouw, voorwerpen en de in dit gebouw aanwezige personen wordt voorkomen.

12. Alle voorwerpen der installatie, instrumenten, machinerieën, anesthesieapparaten en cylinders moeten voortdurend op hun degelijkheid en functie gecontroleerd worden.

13. Anesthesieapparaten met inbegrip van cylinders moeten niet overdekt worden. Men heeft dan geen controle over de meetapparaten, manometers, etc., waardoor er ongemerkt lekkage zou kunnen plaatsvinden.

14. Het is wenselijk, dat de cylinders met gassen, die in de operatiekamer moeten zijn, verschillend gekleurd zijn, opdat verwisseling minder mogelijk worde. De kleur geeft aan, welk gas zich in de cylinder bevindt. Bij voorkeur dient dit internationaal geregeld te zijn.

15. Door bovengenoemde veiligheidsvoorschriften voor behandelings- en operatiekamers, als wel voor die vertrekken, waar brandbaar of ontplofbaar materiaal wordt bewaard, stipt op te volgen, kan men vernietiging van mensenlevens en eigendommen zo veel mogelijk voorkomen.

Summary:

The causes of accidents in the office and in the operating room are discussed under three headings, viz.: fire, electrical accidents and explosions of gases and vapours. The preventive measures are set forth in some detail.

Literatuur:

American College of Surgeons. American Hospital Association. U.S. Veterans Administration. Safe practice for Hospital operationrooms 1954.

FRENCH, N. A. Measurements in frictional electricity. *Phys. Rev.* 9, 151 (1917).

GREENE, B. A. The hazard of fire and explosions in anesthesia; report of a clinical investigation of 230 cases. *Anesthesiology* 2; 144 (1941)

HERMACH, F. L. Hazards from static electricity. *The military Engineer*, July, Aug. 1952.

HORTON, J. W. Present status of the problem of preventing anesthetic explosions, *Anesthesiology*, 2, 121 (1941).

PATERSON, C. C. and CAMPBELL, N. Some characteristics of the spark discharge and its effect in igniting explosive mixtures, *Proc. Phys. Soc. (London)* 31, 168 (1919).

PEACE, J. B. Experiments showing minimum sparking potential for very short gaps. *Proc. Roy. Soc. (London)* 52, 99 (1928).

SILSBEE, F. B. Static Electricity. Washington, D.C., U.S. Government Printing Office, 1942 (National Bureau of Standards Circular C. 438).

THOMAS, G. J. Do you know? - fires and explosions. *News Letter of the American Society of Anesthesiologists* 14 : 26-27, Aug. 1950.

GRIFFIN, N. L. Preventing fires and explosions in the operating room. *Journal of Nursing* 1953, 809.

Ministry of health. Explosions in the operating theatre. *Lancet* 1956, 352.