

Algemene literatuurstudie:

Risicofactoren en reductie of eliminatie hiervan in de anaesthesie

door: N.W.S. van der Hoeff,

10 februari 1994

Inleiding

Het gaat hier om de algemene literatuurstudie in het kader van het afstudeerproject; deze studie zal in principe gewoon doorgaan tijdens het hele afstudeertraject. De opdracht was om met behulp van de beschikbare databanken, tijdschriften en eventuele andere bronnen te onderzoeken wat er bekend is over incidenten/ongevallen in ziekenhuisafdelingen waarbij de patiënt het (potentiële) slachtoffer is. De bedoeling was hierbij uit te gaan van typen afdelingen welke aan de orde zijn in het afstudeerproject:

- de verpleegafdeling longziekten
- de afdeling (nier)dialyse
- OK (nadruk op anaesthesie)

Relevante trefwoorden zoals adverse event, medical malpractice en risk management zijn hierbij gebruikt.

Het gaat in RM om de niet-patiënt of ziektebeeldgebonden risico's die voortkomen uit fouten of omissies in de zorgverlening. Waar mogelijk wordt het verband aangegeven tussen risicofactoren en behandeling in een bepaalde afdeling.

Met betrekking tot de verpleegafdeling longziekte en de afdeling (nier)dialyse valt er weinig te zeggen: over beide afdelingen wordt er in de literatuur die ik bestudeerd heb (ca. 65 artikels) niets gemeld met betrekking tot geïdentificeerde risico's voor de afdelingen. Voor de OK afdeling ligt dit anders. Hier is met name veel over anaesthesie te vinden. Ik zal nu verder de relevante artikels puntsgewijs behandelen waar het gaat over risicofactoren met betrekking tot de anaesthesie en voor wat betreft

de specifieke maatregelen of behandeling die nodig is om deze risico's te verkleinen of te elimineren.

Algemeen

Volgens [2] (30.121 medische dossiers) blijkt dat adverse events voorkomen bij 3,7% van alle ziekenhuispatiënten en dat 27,6% van deze gebeurtenissen te wijten is aan "negligence" (zorg die niet voldoet aan de standaard zoals die geldt binnen de beroepsgroep).

Het aantal adverse events nam toe met de leeftijd van de patiënt. Het percentage adverse events wat veroorzaakt werd door negligence was duidelijk hoger onder ouderen. Er waren significante verschillen in het aantal adverse events die optreden tussen de verschillende categorieën klinische specialisaties maar er waren geen verschillen in het percentage adverse events veroorzaakt door negligence (zie tabel 25) [10]. Echter uit [10] blijkt dat er geen significante verschillen zijn in het percentage "adverse events" die te voorkomen zijn als je naar de leeftijd kijkt. Tevens blijkt uit dit onderzoek dat er geen verschillen waren tussen de verschillende specialisaties (met uitzondering van orthopedie) voor wat betreft het percentage adverse events die te voorkomen zijn.

Echter voor iatrogene ziekte vindt Steel e.a. [13] dat 36% van de patiënten hieraan lijdt. Het betreft hier echter een veel kleiner (815 patiënten) onderzoek: in 9% van de patiënten was het levensbedreigend of veroorzaakte het invaliditeit en in 2% van de patiënten werd de iatrogene ziekte geacht bijgedragen te hebben aan de dood van de patiënt.

Leape e.a. [20] gaan uit van hetzelfde onderzoek als [2]: 30.195 ziekenhuisrapporten. Het blijkt dat de medicijncomplicaties de meest algemene adverse events is (19%) gevolgd door wondinfecties (14%) en technische complicaties (13%). Bijna de helft van de adverse events (48%) werd geassocieerd met een operatie. Adverse events tijdens het opereren werden minder veroorzaakt door negligence (17%) dan niet tijdens het opereren opgetreden adverse events (37%). Managementfouten waren verantwoordelijk voor 58% van de adverse events, waarbij bijna weer de helft door negligence veroorzaakt werd.

Derrington en Smith [16] merken op dat vergelijking van data tussen studies moeilijk is door variatie in procedure (prospectieve of retrospectieve aard), de definitie van dood, de bestudeerde tijdsperiode en de patiënten- en ziekenhuispopulatie. Het is echter aannemelijk voornamelijk door de overeenkomst tussen de resultaten van verschillende studies uit de U.S.A., de U.K., Frankrijk en Australië, dat de sterfte door anaesthesie tussen de 1 op 5.000 en 1 op 10.000 operaties ligt.

Dubois e.a. [14] hebben geprobeerd een "screening tool" te ontwikkelen die demografische- en klinische informatie gebruikt om of te helpen identificeren die patiënten die een hoog risico lopen te overlijden aan preventieve oorzaken (waarschijnlijk voorkoombaar, zeker voorkoombaar) of om te helpen bepalen retrospectief welke ziekenhuisdoden te voorkomen waren.

Een kwaliteitsborgingssysteem voor de screening van de patiëntenzorg dat ontwikkeld is in Maastricht [22], is gebaseerd op het Medical Management Analysis System (ontwikkeld in de USA): de patiëntenzorg wordt systematisch gescreend op adverse patient occurrences (APO's).

De opzet van de meeste onderzoeken uit de artikels die ik gelezen heb, is als volgt: het zijn grote, door artsen in de Verenigde Staten uitgevoerde statistische onderzoeken waaruit vervolgens conclusies getrokken worden. Aan de hand van deze conclusies worden vervolgens aanbevelingen gedaan. Bij dit punt kan opgemerkt worden dat het onderzoek in het CZE geïnitieerd is door de lijn in plaats van door de medici (professionals).

In de meeste artikels wordt wel een pragmatische classificatie naar incidenten die optreden gemaakt (bijvoorbeeld: intubatie in de slokdarm) maar een summiere of geen classificatie naar oorzaken (bijvoorbeeld: onkunde) en de directe gevolgen voor de patiënt (bijvoorbeeld: zuurstofgebrek --> hersenbeschadiging).

Volgens [10] neemt het aantal adverse events toe met de leeftijd van de patiënt en was het percentage adverse events wat veroorzaakt werd door negligence onder ouderen duidelijk hoger. Wat ik me hierbij kan voorstellen, is dat dit veroorzaakt wordt doordat ouderen door hun hogere leeftijd "gevoeliger" zijn voor zaken die tot adverse events leiden zoals wondinfecties, post-operatieve bloedingen, urineweginfectie en valincidenten. Zeker als je het percentage adverse events in ogenschouw neemt die te

voorkomen zijn als je naar de leeftijd kijkt: hierbij blijken geen significante verschillen te zijn tussen de verschillende leeftijdscategorieën.

De significante verschillen in het aantal adverse events die optreden tussen de verschillende categorieën klinische specialisaties zijn te verklaren doordat kennelijk de ene specialisatie "gevoeliger" is voor adverse events dan de andere. Redenen hiervoor kunnen bijvoorbeeld zijn dat de ene specialisatie veel meer high-tech apparatuur en technieken met zich meebrengt dan de andere.

Om achter de werkelijke redenen te komen moeten identificatie en rapporteringsmethoden ingevoerd worden en waar deze al zijn, moeten ze waarschijnlijk uitgebreid worden.

Een nadeel van "record reviews" uitgevoerd door onderzoekers kan zijn dat voor een onderzoek belangrijke medische informatie niet te vinden is in zo'n record en dat onderzoekers deze data dus missen! Hierdoor kan het zijn dat oorzaken vaak moeilijk of helemaal niet te achterhalen zijn.

Het onderzoek uit Maastricht [22] kan bruikbaar zijn voor het RiMaZ-project. Zoals al in het artikel genoemd wordt, dient een betrouwbaar systeem voor quality assurance de volgende elementen te bevatten:

- informatie over het proces van de zorg die verleend wordt en over de uitkomst van die zorg
- focus op identificatie en karakterisering van trends
- registratiesysteem dient gekoppeld te zijn aan een managementsysteem om actie te kunnen ondernemen
- het systeem dient een continue proces te zijn

De APO's (Adverse Patient Occurrences) kunnen gebruikt worden om de kwaliteit van de zorg te meten. Het MMA (Medical Management Analysis) systeem bestaat uit 3 stappen:

1. Monitoring and problem identification
2. Assessment of problems
3. Follow-up action, problem resolution and documentation

Het nadeel van deze methode is mijn inziens dat stap 1 betrekking heeft op de screening van medical records van alle ziekenhuispatiënten. Retrospectieve screening is echter afhankelijk van de "kwaliteit" van de gegevens die in het record staan. Hierdoor zijn achteraf misschien moeilijk te achterhalen wat de precieze oorzaken van bepaalde patient occurrences zijn. Bovendien vindt er geen actieve melding en registratie van patient occurrences door de artsen plaats waardoor samen met de reden hierboven dat niet alle relevante informatie die nodig is in het record staat, het uiteindelijk misschien moeilijk is de oorzaken en verbanden hiertussen te achterhalen.

Critical incidents

Volgens [1] die gedurende een jaar 125 "critical incidents" gerapporteerd kregen betrekking hebbende op 16.379 anaesthesieën, waren de critical incidents verdeeld als in tabel 1 (zie de bijlage). Onder "critical incident" werd verstaan: "an incident that affected, or could have affected, the safety of the patient whilst under the care of the anaesthetist". Dit houdt in dat ook in incidenten die niet duidelijk "preventable" zijn of die voortkomen uit acties van mensen die niet tot de anaesthetic staff behoren, hiertoe gerekend worden. Een "critical incident" heeft betrekking op zowel algemene als ook plaatselijke anaesthesie. In de tabellen 3 tot en met 6 vindt men: de "most frequently cited associated factors", factoren die de ernst van een critical incident beperken, de timing en de fysiologische ernst van een critical incident [1].

Ook uit [3] en [4] blijkt dat "airway", "breathing circuit" en "drug administration" de meest voorkomende "critical incidents" tijdens de anaesthesie zijn (zie ook tabel 1). Alhoewel "breathing system disconnection" en "administration of the wrong drug" minder vaak voorkwam in [1].

Utting [12] noemt een aantal andere events (zie tabel 7).

Factors

Volgens [1] was human error een factor in 80% van de incidenten; in 58 % van de incidenten was er sprake van meerdere factoren (zie tabel 3).

De belangrijkste factor die geassocieerd wordt met het voorkomen van incidenten is de fout om apparatuur goed te checken (zie tabel 2). Dit leidde vaak tot lekken in het beademingsstelsel en verschillende soorten problemen met infuusapparaten.

Fouten in de techniek was een algemeen geassocieerde factor in preventieve incidenten, alhoewel het ook bijdroeg aan incidenten die niet duidelijk te voorkomen waren.

Vermoeidheid was niet gerapporteerd in [1] terwijl het bij [3] en [4] wel gerapporteerd werd. Dit komt misschien door het effectieve dienstenrooster wat bij [1] gebruikt werd dat voorkwam dat er lange, onafgebroken werkperiodes waren.

Niettemin was zowel bij [1] als ook bij [3] en [5] human error verantwoordelijk voor 80% van de incidenten.

Bij [5] wordt "gebrek aan bekendheid met de apparatuur of techniek" als factor genoemd.

Bij [4] zijn de meest frequent gerapporteerde incidenten: loskoppeling van het beademingscircuit gedurende de mechanische ventilatie, het verwisselen van medicijnspruit, "gas flow control" fouten en verlies van gastoevoer (zie tabel 16).

Het niet herkennen van "hypoventilatie" is volgens [19] de meest voorkomende oorzaak bij "intra operative" anaesthesie-accidenten.

Afhankelijkheid

De demografische gegevens van patiënten die een anaesthesie critical incident hebben worden vergeleken met alle patiënten die anaesthesie hebben ondergaan (zie figuur 1). Er blijkt een vergroot risico te zijn voor patiënten met een meer ernstige ziekte (ASA (American Society of Anesthesiologists) Classificatie 3-5 (zie ook tabel 13)) en bij patiënten ouder dan 60 jaar [1]. Tevens was er een iets verhoogd risico bij chirurgie buiten de normale uren. Verder bleek dat patiënten die algemene, hoofd- en nekchirurgie ondergingen een hoger risico hebben op anaesthesie critical incidents vergeleken bij de totale incidenten bij dat type chirurgie. Bij gynaecologische en orthopedische chirurgie was dit juist minder [1] (figuur 2). Er was géén relatie tussen de frequentie van het aantal incidenten en de duur van de operatie.

Volgens [4] is bij patiënten die minder gezond zijn het waarschijnlijker dat ze door fouten getroffen worden.

[6] maakt gewaar van SNO (substantive negative outcome) als een critical incident resulteert in sterfte, een hartstilstand, een gestaakte operatieve procedure, langer verblijf in de recovery room, in de intensive care of in het ziekenhuis. Een "critical incident" is gedefinieerd zoals in [4]: "Een menselijke fout of falen van materiaal die geleid zou kunnen hebben (als het niet ontdekt was of op tijd gecorrigeerd was) of geleid heeft tot een ongewenste uitkomst die varieert van een langer verblijf in het ziekenhuis tot de dood". Een "accident" mag beschouwd worden als een critical incident met SNO. Kritiek zieke patiënten zijn vatbaarder voor een SNO na een critical incident.

[1] en figuur 1 en figuur 2: het vergrote risico voor patiënten met een meer ernstige ziekte is aannemelijk: hoe ernstiger ziek, hoe groter de kans om te overlijden. Ook patiënten die ouder dan 60 jaar zijn hebben een vergroot risico tijdens de anesthesie doordat door hun leeftijd hun conditie (bijvoorbeeld longfunctie) over het algemeen minder goed is dan die van een jonger iemand en er waarschijnlijk vaker al allerlei gebreken zijn die bij een critical incident ineens kunnen gaan meespelen.

Het verhoogd risico bij chirurgie buiten de normale uren zou veroorzaakt kunnen zijn doordat de negligence wat minder is door een lagere bezetting of doordat de mens 's avonds en 's nachts of door vermoeidheid (overwerken, langer op) of doordat het werk- slaapritme verstoord is. wat minder presteert.

Soorten anaesthesie

Uit [1] blijkt dat 6% van alle anaesthesieën ruggeprikken waren en verantwoordelijk waren voor 5,5% van alle incidenten. Zo kreeg ook 74% van alle patiënten algemene anaesthesie met intubatie in de luchtpijp en traden 74% van alle incidenten in deze groep op.

Wanneer treedt het incident op?

Tevens blijkt door het inventariseren van near-misses, de meest gevaarlijke anaesthesie periode niet de inductie of recovery te zijn maar de maintenance period [16]. Derring-

ton en Smith [16] deden een review naar anaesthesie ziekte en sterfte en onderscheiden 4 stukken:

- 1 Onderzoek naar specifieke complicaties in de anaesthesie om de oorzaak hiervan te bepalen.
- 2 Studie naar individuele risicofactoren die voor de operatie bekend zijn om operatieve risico's te inventariseren.
- 3 Studie naar near misses en naar anaesthesie ongevallen (inclusief "critical incident studies" en "departmental near miss studies").
- 4 Epidemiologische studies naar anaesthesie ziekte en sterfte.

Strategieën om critical incidents te voorkomen of reduceren

De detectie van het critical incident gebeurt door [1]:

- anaesthesist (55%)
- ander operatief personeel (11%)
- monitoring equipment (34%) (vooral pulse oximeter)

Ook [19] adviseert vroege waarschuwingssignalen om accidenten te voorkomen: safety monitoring principles (Harvard minimal monitoring standards). Capnography zou de beste "monitor" voor ventilatie zijn.

[5] neemt een daling van het aantal incidenten waar die veroorzaakt kunnen zijn door: de invoering van een anaesthesie apparaten checklist, extra opletten voor ongelukken sinds ze regelmatig besproken worden op afdelingsbijeenkomsten en de invoering van nieuwe anaesthesie machines.

[1] hebben naar aanleiding van de huidige situatie en die uit het verleden een aantal strategieën opgesteld die aanbevolen kunnen worden om in de toekomst critical incidents in de anaesthesie te voorkomen en te reduceren (zie tabel 18).

Zowel [4], [7] als [8] bevelen het gebruik van extra toegevoegde "monitor" instrumenten aan.

[6] heeft het over "loose coupling": systemen waarin het causale netwerk meer flexibel met elkaar verbonden is of verbonden is op een langzamere tijdbasis; wat gebeurt in één deel van het systeem heeft niet direct effect op andere delen zoals bij "tight coupling". Om losse couplings te bewerkstelligen kun je denken aan: intubatie

als de patiënt wakker is, plaatselijke anaesthesie, het voorzien in tijdelijke buffers (titratie van medicijnen en het gebruik van medicijnen met een korte onset time en snelle beëindiging van het effect) en in het voorzien van veiligheidsmarges door geschikte voorbehandelingen (pre-oxygenation, atropine bij kinderen, etc.). Verder middelen die tot loosening coupling leiden zouden geïdentificeerd en gepromoot moeten worden. Verder adviseren ze het verbeteren van de detectie van simpele incidenten, het verbeteren van het vermogen van anaesthesisten om bruikbare "mental maps" te maken en te gebruiken in de voortgang van de anaesthesie (ontwikkeling van anaesthesie simulators om te helpen bij training en opleiding), verhogen "recovery" door gedetailleerd backup materiaal geschikt voor verschillende soorten chirurgie en het catalogiseren en verspreiden van effectieve protocollen voor de behandeling van zich snel verspreidende incidenten.

Runciman [7] formuleerde minimum standards nadat hij uit de literatuur de gevaren die de grootste risico's voor een patiënt meebrengen in kaart had gebracht. Deze gevaren zijn: "hypoxic" gasmengels, "gas flow, circuit, endotracheal tube" en luchtweg- en ventilatieproblemen. Aanbevolen wordt een volgorde voor het inkopen van apparatuur/materieel waarbij grote nadruk gelegd wordt op het voorkomen dat de patiënt "hypoxic" gasmengels inademt en op het continue volgen (monitoring) van het adequaat zijn van de luchtwegventilatie, de circulatie en weefsel oxygenatie. Risico's zouden moeten worden afgewogen tegen de positieve uitkomsten van de actie. Risk management houdt in oordelen over:

- 1 wat een acceptabel risiconiveau is,
- 2 het vermijden van omstandigheden die mogelijk vatbaar zijn voor risico's of
- 3 de ontwikkeling van middelen om de consequenties van een actie of gebeurtenis te veranderen.

Bij het formuleren van internationale anaesthesie safety standards is gepoogd beslissingen te baseren op risk assessment en risk management. De eerste taak is echter het identificeren van de belangrijkste risico's en de frequentie van hun optreden schatten.

Uit data van verschillende studies [o.a.:4,16] blijkt onder andere dat:

- de gevaren met de grootste risico's voor de patiënt zijn: problemen met "hypoxic gas mixtures, gas flows, circuits, endotracheal tubes, the airway and ventilation".

- deze problemen gewoon zijn en bijdragen tot wel 2/3 van alle potentieel gevaarlijke incidenten tijdens anaesthesie (als gevolg van falende techniek zie: tabel 15).
- de meeste van deze problemen voorkomen kunnen worden of hun consequenties geminimaliseerd kunnen worden door het volgen van de regels en aanbevelingen zoals die staan in het international standard document.

Dus in termen van risicomanagement zijn de meest belangrijke gevaren geïdentificeerd (deze zijn het belangrijkste onder andere omdat:

- ze optreden en
- ze desastreuze consequenties hebben).

Het is daarom gewenst dat deze gevaren en hun consequenties systematisch geminimaliseerd worden. Hierover schrijft Runciman [7]: "The international standards for the safe practice of anaesthesia require, as a minimum, that the adequacy of the airway, ventilation and circulation be continuously monitored with arterial blood pressure, tissue perfusion and tissue oxygenation being examined regularly at appropriate intervals. To this end a light source, sphygmomanometer and stethoscope have been included as basic requirements for patient monitoring. Equipment for airway management and ventilatory and circulatory support is also a basic requirement."

Een pulse oximeter wordt aanbevolen [7,8]: 70% van alle anaesthesie incidenten zijn detecteerbaar via een monitor en van deze 70% is 80% detecteerbaar middels een correct gebruik van een pulse oximeter [7]. Een pulse oximeter zal echter nooit een incident vroeg detecteren (doordat de patiënt meestal een behoorlijke zuurstof reserve heeft). Stelt men het oximeter low alarm op 90% verzadiging, dan kan volgens [7] bijna 2/3 van alle anaesthesie incidenten voorkomen worden.

Runciman [7] beveelt ook routine checken met capnometry aan om onder andere te voorkomen dat de endotracheal tube in de slokdarm zit; capnography zal bijna de helft van alle incidenten kunnen detecteren. Als capnography niet aanwezig is, adviseert Levy [8] het gebruik van wegwerp carbon dioxide detectors. Ook hij is van mening dat pulse oximeter en capnography het meest bruikbaar zijn in bij de preventie van fouten.

Volgens [7] dient bij beperkte fondsen een oximeter voor een capnograph aangeschaft te worden. Samen detecteren ze bijna 90% van alle monitor-detectable incidenten.

[7] beveelt verder ook de aanschaf van een ECG en andere monitors aan en plaats nog een kritische noot bij automatische indirecte bloeddrukmeters. Overigens bleek uit [1] dat geen van de critical incidents "initially detected" werden door de ECG; vooral de pulse oximeter en capnograph blijken hier weer belangrijk evenals de airway pressure monitor (zie tabel 2).

Training, ervaring, het diplomeren, het verplaatsen van de waakzaamheid naar de recoveryroom en het gebruik van monitors moeten volgens Levy [8] de veiligheid vergroten; volgens hem zorgen waakzaamheid en of adequaat en op tijd reageren op een levensbedreigende gebeurtenis ervoor dat hoewel deze frequent voorkomen, toch tot een lage sterfte leiden.

Cooper e.a. [9] presenteren guidelines for action following an adverse anesthesia event. De bedoeling hiervan is:

1 beperken van de schade bij de patiënt

2 identificeren van de aanleidingen zodat deze niet meer voor kunnen komen.

De ervaring leert dat de guidelines effectief kunnen zijn als ze worden toegepast maar dat het moeilijk is om dit consequent te doen.

Leape e.a. [10] classificeren adverse events die veroorzaakt worden door fouten naar het type fout (zie tabel 8). De methode en opzet van het onderzoek 30.195 random geselecteerde ziekenhuis dossiers in de staat New York in 1984, worden beschreven in [11]. Meer dan 2/3 van alle adverse events bleken te voorkomen te zijn (zie tabel 9). Het aantal preventieve fouten en het percentage veroorzaakt door ieder type fout staat vermeld in tabel 10. De mate waarin een adverse event te voorkomen is verschilt aanzienlijk per type adverse event (zie tabel 11). Het blijkt dat patiënten met preventieve adverse events een significant hoger risico op invaliditeit of overlijden hebben dan patiënten waarvan de adverse events niet voorkoombaar zijn. Er was geen significant verschil in de preventie van adverse events die optraden binnen het ziekenhuis en de adverse events die optraden buiten het ziekenhuis. Binnen het ziekenhuis

bleken de adverse events die optraden als gevolg van behandeling op de EHBO het meest te preveniëren te zijn (tabel 12).

Norman [15] heeft het over het ontwerpen van een onderwijsprogramma om het aantal accidenten te reduceren waarbij de aandacht dient te gaan naar de volgende drie gebieden:

- Wat zijn de algemene patronen van de gebeurtenissen?
- Welke factoren bespoedigen ze, inclusief de menselijke overwegingen in het anaesthesie- en chirurgieteam?
- Welke strategieën kunnen bedacht worden om ze te voorkomen (meest wenselijk), herkennen en behandelen?

Volgens [16] heeft risk assessment tot nu toe gefaald om meer accuraat bij individuele patiënten ziekte te voorspellen dan het ASA grading system (tabellen 13 en 14) doet. Uit verschillende bronnen verzameld staan in tabel 19 de factoren die vaak in verband gebracht worden met voorkoombare anaesthesie incidenten en in tabel 20 staan de voornaamste factoren die gerapporteerd werden om te ontdekken dat er "breathing circuit disconnections during mechanical ventilation" waren [16]. De tabellen 21 tot en met 24 die uit dit interessante "review of studies" artikel [16] gehaald zijn, spreken voor zich.

Caplan [17] adviseert een diepte analyse van een anesthesie ongeluk en introduceert daarvoor in zijn artikel een set gereedschappen en technieken.

Trosty [18] noemt de voordelen en nadelen van een gecomputeriseerd patiënten informatie systeem in risicomangement; hij denkt dat aanschaf ervan waarschijnlijk onvermijdbaar is en dat risico management er beter van wordt.

Bijna alle onvermijdelijke fouten (technische of fouten in de beoordeling) die optreden tijdens anaesthesie kunnen geïdentificeerd worden door veiligheidsmonitoring: dit gebeurde dan vroeg genoeg om de meest ernstige patiënt complicaties te voorkomen [19].

Eichhorn e.a. [21] hebben minimal patient monitoring standards voor tijdens de anaesthesie opgesteld (zie tabel 17).

Caplan e.a. [23] hebben het over drie mechanismen die goed zijn voor 3/4 van de adverse ademhalingsevents:

- inadequate ventilatie (38%)
- "esophageal intubation" (18%)
- een moeilijke tracheale intubatie (17%)

Om een beter begrip van ademhalingsrisico's te krijgen, worden protocollen aanbevolen die aanzetten tot het verzamelen van data direct na de ontdekking van een critical incident of adverse outcome.

[24] beschrijft een model met twee soorten fouten: "active" en "latent". Dit model kan een bruikbaar mechanisme om anaesthesie accidenten te onderzoeken en mogelijk te voorkomen opleveren.

Uit [10] blijkt dat patiënten met adverse events die te voorkomen zijn een significant hoger risico op invaliditeit of overlijden hebben dan patiënten waarvan de adverse events niet te voorkomen zijn; des te beter dus want deze events zijn te voorkomen. Door nu systematisch deze events te registreren en te classificeren, de oorzaken hiervan te achterhalen en deze vervolgens proberen te elimineren, kan men dus op deze wijze proberen te voorkomen dat deze events in de toekomst optreden. Uit [19] blijkt vervolgens dat bijna alle onvermijdelijke fouten (technische of fouten in de beoordeling) die optreden tijdens anesthesie geïdentificeerd kunnen worden door veiligheidsmonitoring: dit gebeurt dan vroeg genoeg om de meest ernstige patiëntcomplicaties te voorkomen. Het is dus zaak deze monitoring nauwgezet uit te voeren en daarbij nieuwe trends in de techniek en wetenschap goed in de gaten te houden.

Literatuur

[1] Short TG, O'Regan A, Lew J, Oh TE

Critical incident reporting in an anaesthetic department quality assurance programme
Anaesthesia 1992;**47**:3-7

[2] Brennan TA, Leape LL, Laird NM, Herbert L, Localio AR, Lawthers AG, Newhouser JP, Weiles PC, Hiatt HH

Incidence of adverse events and negligence in hospitalized patients

Results of the Harvard Medical Practice Study I
New England Journal of Medicine 1991;**324**:370-376

[3] Cooper JB, Newbower RS, Long CD, McPeck B
Preventable anaesthesia mishaps: a study of human factors
Anesthesiology 1978;**49**:399-406

[4] Cooper JB, Newbower RS, Kitz RJ
An analysis of major errors and equipment failures in anesthesia management:
considerations for prevention and detection
Anesthesiology 1984;**60**:34-42

[5] Kumar V, Barcellos WA, Mehta MP, Carter JG
An analysis of critical incidents in a teaching department for quality assurance. A
survey of mishaps during anaesthesia
Anaesthesia 1988;**43**:879-883

[6] David MG, Maxwell M, DeAnda A
Anesthetic Mishaps: Breaking the Chain of Accident Evolution
Anesthesiology 1987;**66**:670-676

[7] Runciman WB
Risk assessment in the formulation of anaesthesia safety standards
European Journal of Anaesthesiology 1993;**10**:26-32

[8] Levy M-L
Outcome of outpatient anaesthesia
Baillière's Clinical Anaesthesiology 1992;**vol.6, No.3 September**:589-607

[9] Cooper JB, Cullen DJ, Eichhorn JH, Philips JH, Hobzman RS
Administrative Guidelines for Response to an Adverse Anesthesia Event

J. Clin. Anesth. 1993;5:79-84

[10] Leape LL, Lawthers AG, Brennan TA, Johnson WG
Preventing Medical Injury
QRB 1993;may:144-149

[11] Hiatt HH
A study of medical injury and medical malpractice: An overview
N engl J med 1989;321:480-484

[12] Utting JE
Pitfalls in anaesthetic Practice
Br. J. Anaesth. 1987;59:877-890

[13] Crescenzi C, Anderson J
Iatrogenic Illness on a general medical service at an university hospital
N Engl J Med. 1981;304:638-642

[14] Dubois RW, Brook RH
Preventable Death: Who, How often, and Why?
Annals of internal Medicine 1988;109:582-558

[15] Norman J
Education in anaesthetic safety
Br.J.Anaesth. 1987;59:922-927

[16] Derrington MC, Smith G
A Review of studies of anaesthetic Risk, Morbidity and Mortality
Br.J.Anaesth. 1987;59:815-833

[17] Caplan R

In-depth analysis of anesthetic mishaps: tools and techniques

Int. Anesthesiol Clin 1989;**27/3**:153-160

[18] Trosty RS

Computerized Patient Information Management Systems in Anesthesiology: A Risk Management Perspective

Seminars in Anesthesia 1991;**vol X, No. 1 (March)**:36-40

[19] Eichhorn JH

Prevention of intraoperative Anesthesia Accidents and Related Severe Injury through Safety Monitoring

Anesthesiology 1989;**70**:572-577

[20] Leape LL, Brennan TA, Larid N, Lawthers AG, Localio AR, Barnes BA, Herbert L, Newhouse JP, Weiler PC, Hiatt H

The nature of adverse events in hospitalized patients

Results of the Harvard Medical Practice Study II

N Engl J Med. 1991;**324**: 377-384

[21] Eichhorn JH, Cooper JB, Cullen DJ, Maier WR, Philips JH, Seeman RG

Standards for Patient Monitoring During Anesthesia at Harvard Medical School

JAMA 1986;**256**:1017-1020

[22] Bomhof J, Arends JW, Van der Beek J

Adverse Patient Occurrences in an University Hospital: A Comparison of Screening Results Registered by Specialists and by External Review

Quality Assurance in Health Care 1993;**2**:157-165

[23] Caplan RA, Posner KL, Ward RJ, Ed M, Cheney FW

Adverse Respiratory Events in Anesthesia: A Closed Claims Analysis

Anesthesiology 1990;**72**:828-833

[24] Eagle CJ, Davies JM, Reason J

Accident analysis of large-scale technological disasters applied to an anaesthetic complication

Can J Anaesth 1992;**39:2**:118-122

Tabel 1. Critical incidents reported bron: [1]

Bijlage

(I)

Events	n
Airway (30 incidents) 24%	
Obstructed tracheal tube	5
Accidental extubation	4
Oesophageal intubation not immediately recognised	3
Failed intubation in patients with full stomachs	3
Sudden airway obstruction with a laryngeal mask	2
Aspiration of gastric contents	1
Miscellaneous	12
Drug administration (26 incidents) 21%	
Excess drug given	5
Bradycardia	4
Insufficient drug given	3
Inappropriate cessation of pre-operative drugs	3
Failure of muscle relaxation after suxamethonium	3
Miscellaneous	8
Breathing system (23 incidents) 18%	
Leak	8
Disconnection	4
Failure of fresh gas supply	3
Sticking circuit valve	2
Miscellaneous	6
Infusion/intravascular (10 incidents)	
Complications of central venous catheter insertion	4
Venous air embolus	2
Intravenous injections into subcutaneous tissue	2
Accidental intra-arterial injection	2
Equipment failure (14 incidents) 4%	
Ventilators	4
Laryngoscopes	2
Syringe pumps	2
Electrical macroshock	1
Miscellaneous	5
'Surgical' incidents (eight incidents)	
Unnecessary anaesthesia	4
Overinflation of abdomen during laparoscopy	1
Miscellaneous	3
'Patient' incidents (eight incidents)	
Difficult intubation	4
Unrecognised cardiac conduction defect	2
Miscellaneous	2
Other incidents (six incidents)	
Inappropriate anaesthetic technique	3
Miscellaneous	3

Tabel 3 bron: [1]

Most frequently cited associated factors. There may be more than one factor in each event.

Factor	Incidents (n)
Failure to check equipment	29
Fault of technique	28
Error of judgement	25
Inexperience	19
Equipment fault (not detectable)	18
Communication problems	11
Surgical factors	10
Stress	9
Inadequate pre-operative assessment	8
Disconnection	5
Haste	5
Lack of facility	5
Inadequate assistance	3
Incorrect drug labelling	2
Inability to monitor (burns cases)	2
Unfamiliar equipment	2
Other factors	10

Tabel 4 bron: [1]

Factors minimising severity of critical incidents.

Factor	Incidents (n)
Adequate monitors	34
Experience	15
Adequate equipment check	15
Supervision by a specialist	8
Skilled assistance	5
Other	30

Tabel 2 bron: [1]

Monitors which were considered capable of initially detecting each critical incident. An incident may be detectable by more than one monitor.

Monitor	Incidents (n)
Pulse oximeter	41
Capnograph	41
Airway pressure	33
ECG	5
Circuit oxygen analyser	3
Neuromuscular block monitor	2
Automated blood pressure recorder	2

Tabel 5 bron: [1]

Timing of critical incidents.

Phase of anaesthesia	Incidents (n)
Pre-induction	16
Induction	50
Maintenance	44
Emergency	7
Recovery	7
Postrecovery	1

Tabel 6 bron: [1]

Physiological severity of critical incidents.

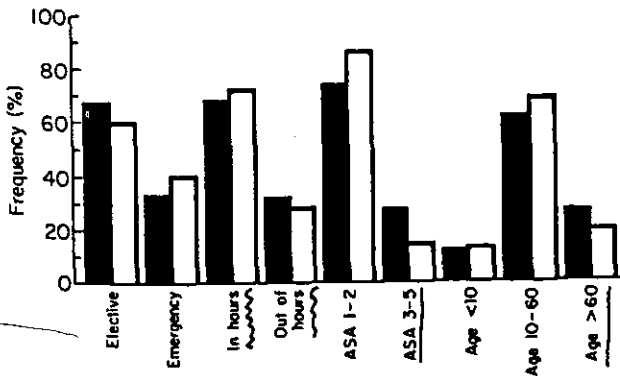
Severity	Cases (n)
No physiological consequence	63
Mild/moderate	56
Severe	5
Death	1
Significant morbidity	3

Tabel 7 bron: [12]

Summary of the 1501 untoward events reported to the Medical Defence Union between 1970 and 1982. (From unpublished data of Gray and Shelley, with permission)

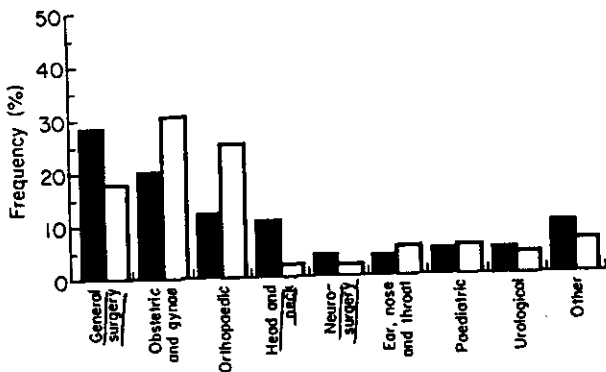
Deaths	591
Damage to teeth	387
Neurological damage	
Cerebral	159
Spinal cord	27
Peripheral nerves	64
Extradural foreign bodies (needles and catheter tips)	250
Superficial thrombophlebitis and minor injuries (abrasions etc.)	56
Awareness	54
Pneumothoraces	55
Extravasation of injected drugs	20
Lacerations, falls from table	18
Impaired renal function (mismatched blood)	15
Burns	9
Others	7
Others	39
Total	1501

Figuur 1 bron: [1]



Demographic details of patients having anaesthetic critical incidents (black columns) compared to all patients undergoing anaesthesia (white columns).

Figuur 2 bron: [1]



Frequency of anaesthetic critical incidents by surgical category (black columns) compared to overall incidence of each type of surgery (white columns).

Tabel 13 bron: [16]

The ASA Physical Status Scale

Class I	A normally healthy individual.
Class II	A patient with mild systemic disease.
Class III	A patient with severe systemic disease that is not incapacitating.
Class IV	A patient with incapacitating systemic disease that is a constant threat to life.
Class V	A moribund patient who is not expected to survive 24 h with or without operation.
Class E	Added to any patient for emergency operation.

Tabel 14 bron: [16]

Mortality rates for each ASA physical status—emergency and elective cases. (From Vacanti, Van Houten and Hill (1970))

ASA rating	Anaesthetic procedures	Deaths	Mortality rate (%)
I	50 703	43	0.08
II	12 601	34	0.27
III	3626	66	1.8
IV	850	66	7.8
V	608	57	9.4
Totals	68 388	266	0.39

Tabel 15 bron: [7]

Cases of death and brain damage from faulty technique (adapted from Utting [13])

Tracheal tube problems	31%
Aspiration	14%
Hypoxia/100% N ₂ O	11%
Ventilation problems	4%
Obstructed airway	4%
Total	64%

Tabel 8 bron: [10]

Bijlage

III

Types of Errors

Diagnostic
1. Error in diagnosis or delay in diagnosis.
2. Failure to employ indicated tests.
3. Use of outmoded tests or therapy.
4. Failure to act on the results of monitoring or testing.
Treatment
5. Technical error in the performance of an operation, procedure, or test.
6. Error in administering the treatment (including preparation for treatment or operation).
7. Error in the dose of a drug or in the method of using a drug.
8. Avoidable delay in treatment or in responding to an abnormal test.
9. Inappropriate (not indicated) care (considering the patient's disease, its severity, and comorbidity, the anticipated benefit from treatment did not significantly exceed the known risk, or a superior alternative treatment was available).
Preventive
10. Failure to provide indicated prophylactic treatment.
11. Inadequate monitoring or follow-up of treatment.
Other
12. Failure in communication.
13. Equipment failure.
14. Other systems failure.

Tabel 9 bron: [10]

Preventability of AEs*

Classification	AEs	
	No.†	%
Preventable	68,645	69.6
Negligent	27,179	27.6
Other error	41,466	42.0
Unpreventable	24,013	24.4
Predictable	6,819	6.9
Unpredictable	17,194	17.4
Potentially Preventable	5,920	6.0

*AE, adverse event.
†Population estimates for New York in 1984.

Tabel 22; bron: [16]

Tabel 21 bron: [16]

Minor morbidity resulting from anaesthesia.
(From Cohen et al. (1986))

- Nausea and vomiting: Related to operation site
 - Females > males
 - Premedication
- Sore throat: Up to 70% patients
 - Mostly after tracheal intubation
 - Correlated with straining
 - Correlated with movement of head and neck
- Headache: Up to 60%
 - Severe 15%
- Backache
- Operation site pain
- Discomfort from catheters, drains, nasogastric tubes
- Awareness: Dreams
- Anxiety
 - Muscle pains (up to 100% of those receiving suxamethonium)
- Shivering/spasticity: Proportional to dose of anaesthetic agent used
- Drowsiness
- Anorexia
- Disorientation
- Injection site thrombophlebitis, bruising, tenderness
- Bruised/cut up
- Painful neck muscles
- Chipped teeth

Incidence of minor and major anaesthetic morbidity as quoted in the study of Cohen and colleagues (1986)

	Frequency per 10 000	
	1975-8 (n = 28637)	1979-83 (n = 34362)
No complications	9080.2	9015.3
Nausea and vomiting	512.3	554.7
Sore throat	150.9	139.1
Muscle soreness	45.4	33.9
Headache	41.6	44.0
Dental	9.1	9.9
Mechanical	51.7	42.5
Backpain	7.3	13.9
Eye problem	6.3	4.9
Upper airway	4.2	0.6
Other ventilatory	10.5	9.6
Myocardial infarction	3.8	13.7
Other cardiovascular	59	57.3
Venous	9.1	18.6
Arterial	9.4	50.9
Nerve palsy	4.2	1.8
Hepatitis	2.1	0.6
Renal	1.1	0.3
Urinary retention	10.1	4.4
Psychiatric	19.2	3.7
Awareness	12.6	10.5
Other	9.1	21.8
Major	40.6	44.5
Minor	892.6	941.5

Frequency of Preventable Errors

Type of Error	No.	Frequency (%)	% of Errors Due to Negligence (%)
Diagnostic			
1. Error in diagnosis	11,731	17.1	71.1
2. Failure to use indicated tests	782	1.1	91.4
3. Use of outmoded tests	944	1.4	56.4
4. Failure to act on results of tests	1,579	2.3	55.2
Treatment			
5. Technical error	30,373	44.4	19.8
6. Error in administering treatment	776	1.1	9.1
7. Error in use of a drug	6,988	10.2	37.1
8. Delay in treatment	3,154	4.6	69.4
9. Inappropriate management	141	0.2	0
Preventive			
10. Failure to prevent injury	7,943	11.6	50.3
11. Inadequate monitoring	3,172	4.6	36.9
Other			
12. Failure in communication	244	0.4	52.6
13. Equipment failure	422	0.6	77.2
14. Other systems failure	136	0.2	0
15. Unclassified	260		
Totals	68,645	100.0	39.7

Tabel 11 bron: [10]

Preventability According to Type of AE*

Type of AE	AEs		Preventable		SE (%)
	No.	%	No.	(%)	
Operative					
Wound infections	13,411	13.6	9,659	71.9	4.9
Technical complication	12,721	12.9	10,981	86.7	3.3
Late complication	10,453	10.6	6,998	67.2	5.7
Nontechnical complication	6,903	7.0	3,767	54.5	7.6
Late failures	3,550	3.6	3,356	94.0	3.0
All operative	47,038	47.7	34,761	74.0†	2.7
Nonoperative					
Drug-related	19,130	19.4	8,644	45.2	5.2
Diagnostic mishap	7,987	8.1	7,866	98.8	1.2
Therapeutic mishap	7,396	7.5	6,785	91.3	4.2
Procedure-related	6,903	7.0	3,637	52.8	5.8
System	1,362	1.4	1164	13.3	0.0
Fall	2,662	2.7	2,449	92.2	6.8
Other‡	6,100	6.2	3,338	54.3	7.1
All nonsurgical	51,540	52.3	33,884	65.5†	3.8
All	98,578	100.0	68,645	69.6	2.6

*AE, adverse event; SE, standard error.

†p < .05 for operative vs. nonoperative.

‡Nonoperative fractures and deliveries, neonatal, anesthesia.

Tabel 23 bron [16]

Factors commonly reported as contributing to anaesthetic mortality

- Before operation
 - Inadequate preanaesthetic assessment
 - Uncorrected hypovolaemia
- During operation
 - Pulmonary aspiration
 - Inadequate monitoring
 - Problems with tracheal intubation
 - Inexperience/Lack of supervision of junior/Inappropriate technique
 - Hypoxic gas mixture
- After operation
 - Inadequate supervision of patient
 - Ventilatory failure—opioids, myoneural blockade

Tabel 12 bron: [10]

Bijlage

(12)

Preventability of AEs* by Site of Care

	AEs		Preventable AEs		SE
	No.	%	No.	%	%
Inside Hospital					
Operating room	40,437	41.0	29,979	71.4	2.6
Patient's room	26,097	26.5	17,676	67.7	4.4
Emergency room	2,860	2.9	2,669	93.3†	
Labor and delivery	2,750	2.8	2,164	78.7	6.4
Intensive care unit	2,618	2.7	1,840	70.3	11.3
Radiology	2,012	2.0	1,218	60.5	11.0
Other‡	3,185	3.4	2,015	63.3	9.0
All	79,959	81.2	56,461	70.7	2.8
Outside Hospital					
Physician's Office	7,581	7.7	4,735	62.5	5.1
Home	2,662	2.7	1,600	60.1	9.3
Ambulatory surgical unit	1,337	1.4	1,273	95.2§	4.0
Other‡	2,007	2.0	1,310	65.3	10.9
All	13,587	13.8	8,918	65.7	4.6
Not Classified	5,032	5.1	3,266	64.9	—
Total	98,578	100.0	68,645	69.6	2.8

*AEs, adverse events; SE, standard error.
 †Sites with fewer than 1% of cases.
 ‡p < .05
 §p < .001

Tabel 18 bron: [1]

Strategies to prevent or reduce critical incidents.

- Education**
 - Increase teaching of all operating room staff.
 - Review reported incidents regularly.
- Equipment**
 - Replace faulty or inappropriate pieces.
 - Provide adequate numbers and types of monitors.
 - Adopt measures to check equipment before use.
- Organisation**
 - Revise work policies to reduce haste or stress.
 - Improve communication between all staff members.
- Supervision**
 - Ensure available supervision and extra help if needed.
 - Ensure complete pre-operative assessments of patients.
- Protocols**
 - Formulate protocols for repetitive tasks, patient monitoring, and patient transport.

Tabel 19 bron: [16]

Factors frequently associated with preventable anaesthesia incidents

- Failure to perform a proper checkout/history
- Inadequate anaesthesia experience
- Inadequate familiarity with equipment/device
- Inadequate familiarity with surgical procedure
- Inadequate familiarity with anaesthetic technique
- Poor communication with team, lab, etc.
- Lack of skilled assistance or supervision
- Emergency case
- Haste
- Inattention/carelessness
- Fatigue
- Excessive dependency on other personnel
- Visual field restricted
- Teaching activity underway

Specialty	AE*	Total	Preventable		SE
	Rate† (%)	Number AEs‡	No.	%	%
General medicine	3.6	37,135	23,766	64.0	4.8
General surgery	7.0	22,324	16,274	72.9	3.4
Orthopedics	4.1	6,746	5,248	77.8§	4.2
Obstetrics	1.5	5,013	3,810	76.0	7.6
Urology	4.9	4,819	3,470	72.0	6.9
Thoracic and cardiovascular	10.8	3,557	2,225	62.6	7.9
Vascular	16.1	3,187	1,950	61.2	7.2
Neurosurgery	9.9	2,987	2,201	73.7	3.8
Neonatal	0.6	1,713	NS	NS	3.8
Other	3.0	11,097	8,290	74.7	3.8
All	3.7	98,578	67,234	69.7	2.7

*AE, adverse event; SE, standard error; NS, number of patients is too small to provide accurate estimates.
 †Number of AEs per 100 hospitalized patients cared for by that specialty.
 ‡Population estimate for patients hospitalized in New York in 1984.
 §p < .01 for orthopedics vs. general medicine, vascular, and thoracic and cardiac surgery.

Tabel 25 bron: [10]

Preventability by Specialty



Tabel 17 bron: [21]

These standards apply for any administration of anesthesia involving department of anaesthesia personnel and are specifically referable to preplanned anesthetics administered in designated anesthetizing locations (specific exclusion: administration of epidural analgesia for labor or pain management). In emergency circumstances in any location, immediate life support measures of whatever appropriate nature come first with attention turning to the measures described in these standards as soon as possible and practical. These are *minimal* standards that may be exceeded at any time based on the judgment of the involved anesthesia personnel. These standards encourage high-quality patient care, but observing them cannot guarantee any specific patient outcome. These standards are subject to revision from time to time, as warranted by the evolution of technology and practice.

Anesthesiologist's or Nurse Anesthetist's Presence in Operating Room

For all anesthetics initiated by or involving a member of the department of anaesthesia, an attending or resident anesthesiologist or nurse anesthetist shall be present in the room throughout the conduct of all general anesthetics, regional anesthetics, and monitored intravenous anesthetics. An exception is made when there is a direct known hazard, eg, radiation, to the anesthesiologist or nurse anesthetist, in which case some provision for monitoring the patient must be made.

Blood Pressure and Heart Rate

Every patient receiving general anesthesia, regional anesthesia, or managed intravenous anesthesia shall have arterial blood pressure and heart rate measured at least every five minutes, where not clinically impractical.*

Electrocardiogram

Every patient shall have the electrocardiogram continuously displayed from the induction or institution of anesthesia until preparing to leave the anesthetizing location, where not clinically impractical.*

Continuous Monitoring

During every administration of general anesthesia, the anesthetist shall employ methods of continuously monitoring the patient's ventilation and circulation. The methods shall include, for ventilation and circulation each, at least one of the following or the equivalent†:

For Ventilation.—Palpation or observation of the reservoir breathing bag, auscultation of breath sounds, monitoring of respiratory gases such as end-tidal carbon dioxide, or monitoring of expiratory gas flow. Monitoring end-tidal carbon dioxide is an emerging standard and is strongly preferred.

For Circulation.—Palpation of a pulse, auscultation of heart sounds, monitoring of a tracing of intra-arterial pressure, pulse plethysmography/oximetry, or ultrasound peripheral pulse monitoring.

It is recognized that brief interruptions of the continuous monitoring may be unavoidable.

Breathing System Disconnection Monitoring

When ventilation is controlled by an automatic mechanical ventilator, there shall be in continuous use a device that is capable of detecting disconnection of any component of the breathing system. The device must give an audible signal when its alarm threshold is exceeded. (It is recognized that there are certain rare or unusual circumstances in which such a device may fail to detect a disconnection.)

Oxygen Analyzer

During every administration of general anesthesia using an anesthesia machine, the concentration of oxygen in the patient breathing system will be measured by a functioning oxygen analyzer with a low concentration limit alarm in use. This device must conform to the American National Standards Institute No. Z.79.10 standard.*

Ability to Measure Temperature

During every administration of general anesthesia, there shall be readily available a means to measure the patient's temperature.

Rationale.—A means of temperature measurement must be available as a potential aid in the diagnosis and treatment of suspected or actual intraoperative hypothermia and malignant hyperthermia. The measurement/monitoring of temperature during every general anesthetic is not specifically mandated because of the potential risks of such monitoring and because of the likelihood of other physical signs giving earlier indication of the development of malignant hyperthermia.

*Under extenuating circumstances, the attending anesthesiologist may waive this requirement after so stating (including the reasons) in a note in the patient's chart.

†Equivalence is to be defined by the chief of the individual hospital department after submission to and review by the department heads, Department of Anaesthesia, Harvard Medical School, Boston.

Tabel 24 bron: [16]

Common recommendations which have emerged from anaesthetic mortality studies

- Careful attention to preoperative assessment
- Full resuscitation before operation, with central venous pressure measurement where appropriate
- Completion of a readable complete anaesthetic record
- More qualified anaesthetists
- Better monitoring facilities/Use of monitoring equipment
- More recovery rooms

Tabel 16 bron: [4] →

TABLE 4. Distribution of Frequent Critical Incidents

Incident Description	Number of Incidents
Breathing circuit disconnection during mechanical ventilation	57
Syringe swap	50
Gas flow control technical error	41
Loss of gas supply	32
Intravenous line disconnection	24
Vaporizer off unintentionally	22
Drug ampule swap	21
Drug overdose (syringe, judgmental)	20
Drug overdose (vaporizer, technical)	20
Breathing circuit leak	19
Unintentional extubation	18
Misplaced tracheal tube	18
Breathing circuit misconnection	18
Inadequate fluid replacement	15
Premature extubation	15
Ventilator malfunction	15
Misuse of blood pressure monitor	15
Breathing-circuit control technical error	15
Wrong choice of airway management technique	13
Laryngoscope malfunction	12
Wrong iv line used	12
Hypoventilation (human error only)	11
Drug overdose (vaporizer, judgmental)	9
Drug overdose (syringe, technical)	8
Wrong choice of drug	7
Total	507*

*Represents 59% of all incidents reported, not including those from directed interviews.