



UvA-DARE (Digital Academic Repository)

Mobile Intensive Care Unit: Technical and clinical aspects of interhospital critical care transport

van Lieshout, E.J.

Publication date

2016

Document Version

Final published version

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

van Lieshout, E. J. (2016). *Mobile Intensive Care Unit: Technical and clinical aspects of interhospital critical care transport*. [Thesis, fully internal, Universiteit van Amsterdam].

General rights

It is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), other than for strictly personal, individual use, unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

Disclaimer/Complaints regulations

If you believe that digital publication of certain material infringes any of your rights or (privacy) interests, please let the Library know, stating your reasons. In case of a legitimate complaint, the Library will make the material inaccessible and/or remove it from the website. Please Ask the Library: <https://uba.uva.nl/en/contact>, or a letter to: Library of the University of Amsterdam, Secretariat, Singel 425, 1012 WP Amsterdam, The Netherlands. You will be contacted as soon as possible.

Chapter 9

Samenvatting

Het toegenomen gebruik van interklinisch Intensive Care (IC) transport tussen regionale en verwijzingsziekenhuizen (topklinische en academische centra) lijkt veroorzaakt door regionalisatie van zorg. Risico's die gepaard gaan met IC-transport zijn aanzienlijk en worden verminderd door het gebruik van expertise en specifieke apparatuur. In Nederland is dit transport het afgelopen decennium geprofessionaliseerd met een landelijk dekkend netwerk van Mobiele Intensive Care Units (MICU) met speciale begeleidingsteams, mobiele apparatuur en het gebruik van speciale IC-ambulances. Dit proefschrift omvat studies naar technische en klinische aspecten van interklinisch IC-transport met een MICU.

Nieuwe technologie, waaronder ICT, wordt geïntroduceerd binnen IC-transport om daarmee de kwaliteit en efficiëntie te verbeteren. Mobiele telefonie technologie maakt telemedicine binnen IC geneeskunde mogelijk, het op afstand bewaken door aanvullende expertise om zo klinische besluitvorming te ondersteunen. Introductie van nieuwe ICT binnen IC geneeskunde en transport wordt echter nauwelijks vergezeld door studies over de veiligheid van deze techniek zelf. In **hoofdstuk twee** wordt de elektromagnetische interferentie (EMI) van tweede en derde generatie mobiele telefonie op IC apparatuur onderzocht. Twee soorten signalen (General Packet Radio Service (GPRS) en Universal Mobile Telecommunications System (UMTS)) werden onderzocht met maximaal stralingsvermogen zoals dat in de dagelijkse praktijk zou kunnen plaatsvinden. Deze signalen werden onder gecontroleerde omstandigheden gegenereerd in de nabijheid van 61 medische apparaten. Er werd een nieuwe klinische classificering van incidenten opgesteld om EMI te evalueren met het oog op patiëntveiligheid in plaats van technische definities. In totaal werden er 61 medische apparaten in 17 categorieën onderzocht, variërend van infuuspompen en beademingsapparatuur tot ziekenhuisbedden en externe pacemakers.

Zesentwintig apparaten (43%) toonden 48 incidenten. Deze waren geclassificeerd als ongevaarlijk (25%), significant (42%) of gevaarlijk (33%). Gevaarlijk werd gedefinieerd als "directe fysieke invloed op patiënt door een onbedoelde verandering in het functioneren van apparatuur" zoals het stoppen van beademingsapparaat of infuuspomp. In 2007 werd het GPRS-signaal gebruikt binnen het GSM-netwerk voor data-overdracht en veroorzaakte de meeste EMI-incidenten (41%). 3G technologie zoals het UMTS signaal veroorzaakte 13% van de incidenten. De mediane afstand tussen antenne en medisch apparaat tijdens EMI incidenten was 3 cm maar varieerde tussen 0.1 tot 500 cm. Een gevaarlijk incident trad op in een beademingsapparaat op 300 cm afstand. IC-apparatuur bleek stingsgevoelig voor EMI door nieuwe generatie mobiele telecommunicatie technologie maar de meeste incidenten traden op rond de 3 cm. Het beleid om mobiele telefoons op ten minste 1 meter van het IC-bed weg te houden blijkt nog steeds geldig in combinatie met makkelijk toegankelijke gebieden zonder telefonieverbod.

Automatische identificatie technieken zoals Radio Frequency Identification (RFID) kennen vele toepassingen in het dagelijks leven zoals toegangsbadges, elektronische

tolpoorten en anti-diefstal clips in kleding. Mobiele automatische patiënten identificatie aan het bed zou patientveiligheid sterk kunnen verbeteren, b.v. tijdens medicatie- en bloedtransfusietoediening, en maakt het barcodes scannen overbodig. Een RFID antenne (zoals de anti-diefstalpalen bij winkelingangen) zendt continu een radiosignaal uit, dat een elektromagnetisch veld creëert. Als een bijbehorend RFID tag binnen dit veld komt, wordt het geactiveerd en in staat gesteld zich te identificeren. Het verschil tussen passieve en actieve RFID tags is, dat de laatste op een batterij werkt. Dit stelt het in staat om, naast auto-identificatie, ook data op te slaan zoals temperatuur en luchtvochtigheid buiten het elektromagnetische veld van de bijbehorende antenne. Daarentegen kan de elektromagnetische interferentie van zo'n veld een bewegend object in gevaar brengen. Een MICU trolley met levensreddende apparatuur kan zo'n veld binnenrijden.

In **hoofdstuk drie** is voor de eerste keer de elektromagnetische interferentie door RFID op medische apparatuur onderzocht. Een nieuwe klinische classificering van incidenten met het oog op patientveiligheid werd gebruikt. Twee verschillende RFID systemen, stralend op maximaal vermogen werden getest volgens een internationaal protocol in de nabijheid van 41 medische apparaten in 17 categorieën. Het passieve 868-Mhz RFID signaal veroorzaakte het hoogste aantal incidenten (63%) in vergelijking met het actieve 125-kHz RFID signaal (20%). De mediane afstand tussen de RFID-antenne en het medisch apparaat bedroeg 30 cm variërend van 0,1 tot 600 cm. Hiermee werd aangetoond dat RFID in staat was gevaarlijke incidenten in medische apparatuur te veroorzaken. Daarom maakt de introductie van RFID in de IC omgeving het testen van EMI ter plaatse noodzakelijk en dienen internationale standaarden van medische apparatuur te worden vernieuwd.

Het gebruik van speciale teams en apparatuur wordt geacht de risico's van interklinisch IC-transport te verminderen. Dokters wegen de risico's af tegen het mogelijke voordeel in elke individuele patiënt. Vaststellen van de klinische conditie van een patiënt door een intensivist omvat onder anderen de mate van afhankelijkheid van beademing of vasoactieve medicatie. Dit moet uiteindelijk leiden tot een "wel of niet vervoerbaar" oordeel. De besluitvorming vindt plaats zonder duidelijke richtlijnen over definities over klinische stabiliteit. In **hoofdstuk vier** wordt het relatieve aandeel van diverse factoren binnen deze besluitvorming van dokters onderzocht. De hoofden van alle 95 IC-afdelingen in Nederland werden aangeschreven met een vragenlijst waarin 16 klinische vignetten werden gebruikt om voorkeuren voor vervoerbaarheid te evalueren; 78 intensivisten (82%) namen deel. De vignetten bestonden uit klinische beschrijvingen van IC patiënten. Binnen deze 16 vignetten werden 8 factoren samenhangend met ernst van ziekte en transportonderdelen gevarieerd. Met behulp van conjoint analyse werd het relatieve gewicht van die factoren geobjectiveerd. Het soort begeleidend personeel (b.v. ambulanceverpleegkundige) en transportfaciliteiten (b.v. standaard ambulance) hadden het grootste, negatieve effect op voorkeur voor vervoerbaarheid. Determinanten die

ernst van ziekte weergaven, bleken van relatief minder belang (b.v. dosis vasoactieve medicatie of arteriële oxygenatie). Leeftijd, hartritmestoornissen en indicatie van transport hadden geen invloed significante invloed. Indien begeleidend personeel en transport faciliteiten optimaal zijn, worden zelfs de meest zieke IC-patiënten voor interklinisch transport vervoerbaar geacht. Verder onderzoek is nodig om transportfaciliteiten af te stemmen om daarmee het gebruik van dure middelen te optimaliseren tijdens deze onvermijdbare ritten.

Ondanks indirect bewijs van het positieve effect van speciale transportteams is het optimale niveau van bemensing van IC-transport nooit onderzocht. In **hoofdstuk vijf** worden de resultaten van het eerste prospectieve, gerandomiseerde, open label, op eindpunten geblindeerde, non-inferiority onderzoek bij interklinisch IC-transport gepresenteerd. Vervoerde patiënten werden gerandomiseerd tussen transport bemand door een gespecialiseerd team van IC- en ambulanceverpleegkundige (groep met *verpleegkundige*) of een team aangevuld met een IC-arts (groep met *verpleegkundige & arts*). Het primaire eindpunt was het aantal patiënten met een kritisch incident tijdens transport, zowel klinisch als technisch. Klinische incidenten omvatten o.a. daling in bloeddruk, zuurstofsaturatie of temperatuur, bloedverlies, nieuwe ritmestoornissen of overlijden. De incidenten werden opgeslagen m.b.v. een elektronisch patiëntendossier (EPD) ter aanvulling op de schriftelijke documentatie voor evt. gemiste incidenten. Patiënten werden gerandomiseerd en toegewezen aan de *verpleegkundige* groep (n=147) of de *verpleegkundige & arts* groep (n=151). In de *verpleegkundige* groep werd elk transport vanwege patiëntveiligheid begeleid door een IC-arts, die alleen niet aanwezig was in het patiëntgedeelte van de ambulance om ongevroegde adviezen of ingrepen te vermijden.

De percentages patiënten met een kritisch incident waren 16.3 % (24 incidenten in 147 transporten) in de *verpleegkundige* groep en 15.2 % (23 incidenten in 151 transporten) in de *verpleegkundige & arts* groep, niet statistisch significant voor non-inferiority. Kritische incidenten kwamen in beide groepen vaker voor dan verwacht (0-1%). In de *verpleegkundige* groep, consulten voor medisch advies kwamen in 8.2 % (12 in 147 transporten) voor, allen voor start van het transport. Concluderend was het aantal patiënten met kritische incidenten niet duidelijk verschillend in transporten uitgevoerd door een team van IC- met ambulanceverpleegkundige of door een team aangevuld met een IC-arts. Maar door een onverwacht hoger aantal incidenten in beide groepen, gedocumenteerd door een EPD, kon non-inferiority van verpleegkundig begeleid interklinisch IC-transport niet worden vastgesteld. Een definitief antwoord over patiëntselectie en teamsamenstelling zou dus moeten komen van groter multicenter onderzoek of meta-analyses. Tot die tijd zullen de resultaten het huidig beleid in West-Europa van artsen, die IC-transporten begeleiden niet veranderen en stof opleveren voor de discussie in de VS over IC-ambulanceverpleegkundigen.

Gezien de afhankelijkheid van ernstig zieke patiënten van beademing is het van vitaal belang dat transport beademingsapparaten op hetzelfde niveau als die van de IC-afdeling presteren. In **hoofdstuk zes** wordt de nauwkeurigheid van zes nieuwe generatie transport beademingsmachines vastgesteld onder diverse gesimuleerde longcondities, machine-instellingen en type zuurstofaanvoer. Twee IC-beademingsapparaten werden getest als referenties. De gesimuleerde longcondities waren gezonde longen, Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS) en chronisch obstructief longlijden (COPD). Nauwkeurigheid van teugvolume (V_T) werd gemeten m.b.v. een gekalibreerde pneumotachograaf. Onnauwkeurige V_T levering werd voornamelijk aangetoond in gas-aangedreven transport beademingsapparaten (Medumat Transport 66010 in 8 van de 10 experimenten, 80%, Oxylog3000 in 70%, Hamilton Raphael 350 in 40%, alsmede in een met turbine uitgerust beademingsapparaat (Elisée 350 in 60%). Longcondities (gezond, ARDS or COPD) hadden geen invloed op V_T onnauwkeurigheid. De invloed van zuurstofaanvoer met een cilinder op V_T was alleen in twee gas-aangedreven beademingsapparaten onder ARDS-condities aanwezig. De conclusie luidde dat transport beademingsapparaten verschilden in nauwkeurigheid van teugvolume, waarbij turbine uitgeruste modellen beter presteerden. Het gebruik van gas-aangedreven beademingsapparaten tijdens IC-transporten moet betwijfeld worden gezien hun prestaties, hoewel ze in sommige MICU's in Nederland gebruikt worden.

Ondanks de bekende veiligheidsaspecten van de overdracht van patiënt- en apparatuur gegevens binnen het ziekenhuis, bestaan hierover geen studies binnen IC-transport. In **hoofdstuk zeven** is de Hospital Failure Mode Effect Analysis (HFMEA), met een vragenlijst-geleide implementatie ter verbetering van de overdracht van patiënt- en apparatuurgegevens, onderzocht. HFMEA werd uitgevoerd op alle overdrachten binnen het MICU proces door een multidisciplinair team van experts. Zij kenden scores toe en berekenden risk priority numbers (RPN) van overdrachten: scores van frequentie *maal* ernst *maal* barrières. De schaal van ernst, bijvoorbeeld, was van 1 (bijna ongeluk, geen schade) tot 10 (zeer ernstig incident, ernstige schade of overlijden). Voor de interventie werd een vragenlijst onder MICU-verpleegkundigen en –artsen verspreid om hun opvattingen over de veiligheidsaspecten te evalueren. Navolgen van protocollen werd onderzocht voor en na de introductie van een herontworpen riiformulier met nieuwe checklist items over patiënt- & apparatuuroverdracht. Een meerderheid van de respondenten op de vragenlijst waren het eens met de stelling dat checklists IC-transport zou kunnen verbeteren. Vijfentwintig transporten konden voor en na de interventie worden onderzocht (in totaal $n=50$). Tien van de 19 items (53%) toonden een verbetering in overdracht na de interventie, waarbij 3 items al de maximale score kenden voor interventie. Vijf van de zes overdrachtsitems met een hoog RPN (>300 , klinisch van groot belang) verbeterden na interventie. De conclusie luidde dat de combinatie van HFMEA met een vragenlijst

gestuurde implementatie en een ritformulier dat het werkproces ondersteunt, resulteerde in betere patiënt- en apparatuuroverdracht bij interklinisch IC-transport.