

Continue eeg-monitoring op de intensive care in Nederland: een inventarisatie

S.C. Ponten, A.R.J. Girbes, C.J. Stam

Op de moderne intensive care (IC) worden de functies van veel vitale organen continu bewaakt, echter niet die van de hersenen. In de literatuur wordt de prevalentie van niet-convulsieve epilepsie bij comateuze IC-patiënten tussen de 8 en 38% beschreven. Met als doel een inventarisatie te maken van het gebruik van continue eeg (c-eeg)-monitoring op de IC in Nederland, werd middels een schriftelijke enquête informatie ingewonnen bij de grote opleidingsziekenhuizen in Nederland. De enquête werd onder 28 intensivisten en 16 klinisch neurofysiologen verspreid.

Het responspercentage was 73%. Ongeveer 30% van de respondenten geeft aan enige vorm van c-eeg-monitoring op de IC toe te passen. De toepassingsfrequentie is echter laag: maximaal een- tot vijfmaal per maand. Het besef dat op de IC c-eeg-registratie een waardevolle toevoeging zou zijn op de huidige registratiemethoden is in Nederland wel aanwezig, maar gespiegeld aan de prevalentiegetallen in de literatuur wordt het waarschijnlijk niet voldoende toegepast om alle niet-convulsieve epileptische aanvallen te detecteren.

(Tijdschr Neurol Neurochir 2009;110:29-35)

Inleiding

Sinds ongeveer 2 decennia is het monitoren van de hersenfunctie met continu elektro-encefalografie (c-eeg) op de intensive care (IC) een terugkerend thema in de literatuur. Deze trend is grotendeels gebaseerd op een aantal onderzoeken van enkele (veelal Amerikaanse) klinieken, die concluderen dat zonder deze monitoring neurologische verslechtering (onder andere epilepsie) relatief vaak wordt gemist.¹⁻⁵ Zonder eeg-monitoring worden neurologische patiënten met een gedaald bewustzijn wat betreft hun bewustzijnsniveau regelmatig klinisch beoordeeld, veelal door de IC-verpleegkundigen en IC-artsen. Het eeg is een methode die de hersenfunctie in termen van elektrische activiteit nauwkeurig registreert, waardoor deze methode erg geschikt is voor de continue monitoring hiervan.⁶ Continue eeg-registratie wordt, zover ons

bekend is, niet frequent toegepast op de IC's in Nederland. Dit artikel is bedoeld ter inventarisatie hiervan en zou als opzet kunnen dienen voor eventuele onderzoeken met c-eeg.

Een belangrijk argument om c-eeg-registratie toe te voegen aan het arsenaal van continue monitoring is dat bij comateuze IC-patiënten epileptische aanvallen en een status epilepticus kunnen optreden zonder dat dit klinisch herkend kan worden.¹ De frequentie waarmee niet-convulsieve epileptische aanvallen (NCE) worden waargenomen bij deze patiënten, ligt in de diverse onderzoeken tussen de 8% bij comateuze IC-patiënten zonder klinische verdenking op epilepsie en 37% bij patiënten met een ernstig neurotrauma.^{1,4,7} Onder 'niet-convulsief' wordt verstaan dat zonder evidente uiterlijke kenmerken van epilepsie, zoals ritmische trekkingen of duidelijke oogbewegingen,

Auteurs: mw. drs. S.C. Ponten en dhr. prof. dr. C.J. Stam, afdeling Klinische Neurofysiologie, en dhr. prof. dr. A.R.J. Girbes, afdeling Intensive Care Volwassenen, VU medisch centrum, Amsterdam.

Correspondentie graag richten aan mw. drs. S.C. Ponten, AGIKO neurologie, VU medisch centrum, Postbus 7057, 1007 MB Amsterdam, tel: +31 (0)20 444 07 31, fax: +31 (0)20 444 48 16, e-mailadres: sc.ponten@vumc.nl

Trefwoorden: continue eeg-monitoring, intensive care, non-convulsieve epilepsie.

Belangenconflict: geen gemeld. Financiële ondersteuning: mw. drs. S.C. Ponten ontving voor haar onderzoekstraject financiële ondersteuning van het Nationaal Epilepsie Fonds (NEF 05-12).

Ontvangen 15 september 2008, geaccepteerd 24 november 2008.

Tabel 1. Het enquêteformulier dat naar de intensivisten werd gestuurd.

Enquête continue eeg-monitoring op de intensive care in Nederland.	
1. Bij hoeveel procent van de comateuze IC-patiënten komt er volgens uw opinie een status epilepticus voor zonder klinische verschijnselen (een non-convulsieve status epilepticus)?	<input type="radio"/> 0-5% <input type="radio"/> 5-10% <input type="radio"/> 10-25% <input type="radio"/> 25-50%
2. Wat is de grootte van uw IC (het aantal operationele bedden)?	<input type="radio"/> < 10 <input type="radio"/> 10-20 <input type="radio"/> 20-25 <input type="radio"/> 25-30 <input type="radio"/> > 30
3. Wat is de aard van de patiënten op uw IC?	<input type="radio"/> Met name chirurgische patiënten <input type="radio"/> Met name interne patiënten <input type="radio"/> Gemengd
4. Is er een aparte neurologisch/neurochirurgische IC?	<input type="radio"/> Ja, vanbedden <input type="radio"/> Nee
5. Hoeveel neurologisch/neurochirurgische patiënten liggen er per maand gemiddeld op uw IC?	<input type="radio"/> < 10 <input type="radio"/> 10- 15 <input type="radio"/> 15- 20 <input type="radio"/> > 20
6. Wordt er op uw IC gebruik gemaakt van continue eeg-monitoring bij comateuze patiënten?	<input type="radio"/> ja, ga door naar vraag 7 t/m 14 <input type="radio"/> nee, ga door naar vraag 15
7. Bij welke groep patiënten wordt op uw IC continue eeg-monitoring toegepast? (Meerdere antwoorden mogelijk)	<input type="radio"/> Patiënten met een status na reanimatie <input type="radio"/> Patiënten met een ernstig neurotrauma <input type="radio"/> Patiënten met een cerebrovasculair accident <input type="radio"/> Patiënten na een status epilepticus <input type="radio"/> Anders, nl
8. Hoe vaak wordt er per maand gebruik gemaakt van continue eeg-monitoring op uw IC?	<input type="radio"/> < 1 keer/maand <input type="radio"/> 1- 5 keer/maand <input type="radio"/> 5-10 keer/maand <input type="radio"/> > 10 keer/maand
9. Bestaat de mogelijkheid op uw afdeling om 24 uur per dag de resultaten te laten beoordelen door een neuroloog/klinisch neurofysioloog?	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nee, want
10. Wordt de monitoring betrokken in klinische beslissingen, zoals aanvragen van aanvullende diagnostiek, verandering medicatie beleid en beslissingen omtrent continueren van de behandeling?	<input type="radio"/> ja, altijd <input type="radio"/> ja, meestal wel <input type="radio"/> nee
11. Vanuit welke afdeling is het initiatief gekomen deze monitoring op te zetten?	<input type="radio"/> IC <input type="radio"/> KNF/neurologie <input type="radio"/> beide
12. Welke apparatuur wordt gebruikt voor de monitoring?	<input type="radio"/> Eeg-apparaat afdeling KNF <input type="radio"/> ICU-monitors (ingebouwd eeg) <input type="radio"/> BIS-monitor <input type="radio"/> Overige
13. Wordt er gebruik gemaakt van software die events, zoals epileptische activiteit, signaleert?	<input type="radio"/> Ja <input type="radio"/> Nee
14. Wie bepaalt welke patiënten in aanmerking komen voor monitoring?	<input type="radio"/> IC-artsen <input type="radio"/> Neuroloog <input type="radio"/> Klinisch neurofysioloog <input type="radio"/> Anders, nl
15. Waarom niet?	<input type="radio"/> Wel overwogen, echter in de praktijk niet uitvoerbaar <input type="radio"/> Wel overwogen, echter niet zinvol geacht <input type="radio"/> Nooit overwogen <input type="radio"/> Anders, nl

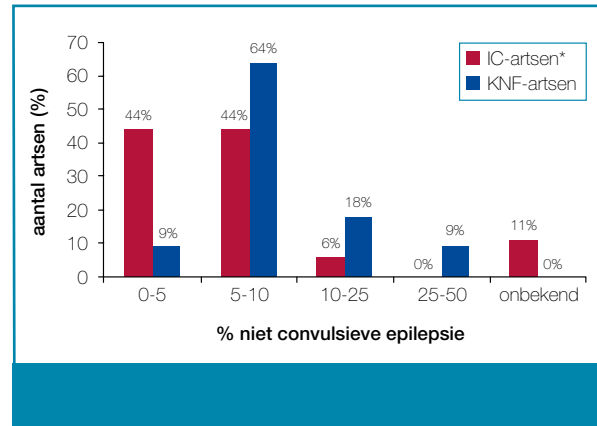
het eeg evidente epileptische aanvallen toont. Bij het ontbreken van continue registratie kan daarom een verslechtering van de neurologische toestand worden gemist. Zodoende is er ook geen aanleiding voor nadere diagnostiek, beeldvormend onderzoek of aanpassingen van het therapeutisch beleid. Daarbij valt te denken aan therapeutische interventies in de

zin van aanpassen van medicamenteuze therapie en andere targets voor de cerebrale perfusiedruk ter voorkoming van secundaire cerebrale schade.⁸ Het is overigens op dit moment niet bekend of eventuele interventies op deze waarnemingen ook leiden tot een betere uitkomst voor de patiënt. Ondanks de digitalisering van het eeg blijft de be-

oordeling van de c-ee-registratie een tijdrovend proces voor de klinisch neurofysioloog. Naar onze mening is de mogelijkheid het c-ee online (oftewel 24 uur per dag) te beoordelen een essentieel onderdeel van eeg-monitoring. Aangezien in geen enkele kliniek een beoordelaar gedurende 24 uur per dag beschikbaar is, zijn diverse methoden ontwikkeld om de klinische toepasbaarheid te waarborgen: intensieve training van het IC-personeel, frequentieanalyse van het eeg en analyse op basis van niet-lineaire dynamica zijn reeds de revue gepasseerd.^{3,9,10} Idealiter zou verandering van het eeg-sigitaal door de registratiecomputer gedetecteerd dienen te worden, waarna een alarmfunctie in werking gesteld wordt.

Naast het probleem van de continue beoordeling van het eeg, speelt ook de beoordeling van de eeg-fenomenen een rol bij het implementeren van c-ee. De aanwezigheid van epileptische aanvalsactiviteit wordt momenteel getoetst aan de in 1996 door Young et al. opgestelde criteria, onlangs gereviseerd door Chong en Hirsch.^{11,12} De interobserverbetrouwbaarheid van deze criteria is niet hoog (H.E. Ronner, in druk). Tevens bestaan diverse eeg-patronen waarvan onduidelijk is of ze als epileptisch aangeduid dienen te worden, zoals 'periodic discharges' ('generalized' en 'lateralized').^{13,14} 'Lateralized periodic discharges' (LPD's) kunnen metabool, infectieus of epileptisch van aard zijn.^{14,15} Ondanks het feit dat enkele aanwijzingen bestaan dat NCE schadelijk is voor het brein, bestaat er geen consensus over de behandeling van NCE op de IC.^{12,16} De betekenis van NCE is onvoldoende onderzocht en het effect van de behandeling is daarmee vaak onduidelijk, uitgezonderd de patiënten met een refractaire status epilepticus.^{17,18} Het nadeel van behandeling met een hoge dosis benzodiazepinen of barbituraten kan zijn dat deze zelf ook weer ernstige complicaties induceren.¹⁹ Volgens de literatuur zouden alle comateuze patiënten op de neurologische IC in aanmerking komen voor monitoring, maar dit is gebaseerd op persoonlijke meningen en niet op grote studies. De exacte definitie van de patiëntengroep die baat zou hebben bij deze monitoring is onduidelijk. In enkele onderzoeken zijn ook patiënten met een metabole oorzaak voor hun verlaagde bewustzijn betrokken.

Het doel van dit artikel is om met behulp van een enquête te inventariseren hoe in Nederland de situatie is ten aanzien van de c-ee-registratie op de IC, ge-



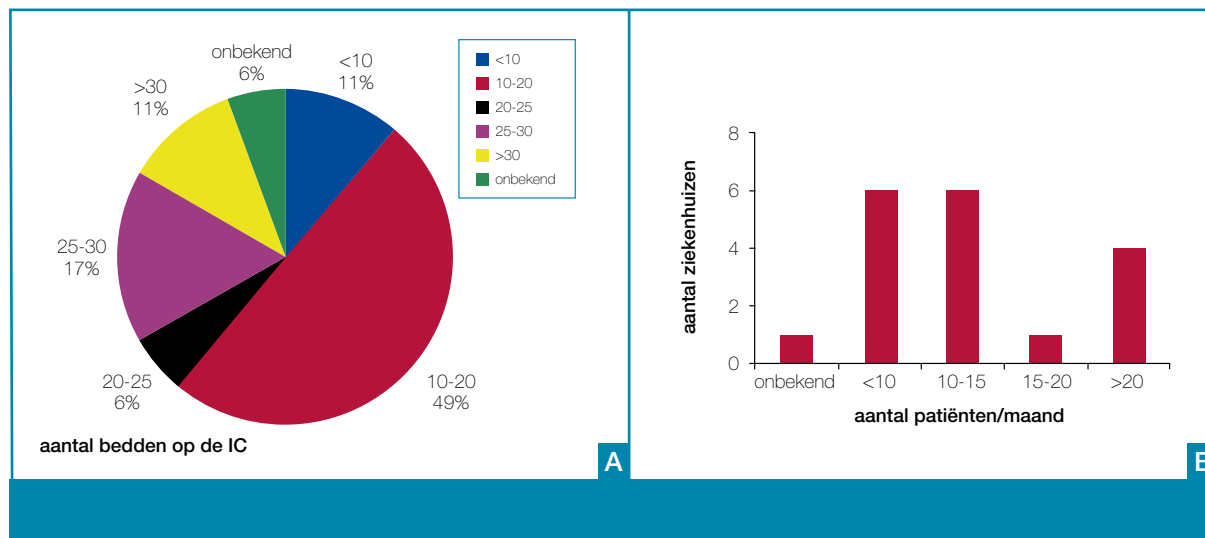
Figuur 1. Percentage niet-convulsieve epilepsie op de intensive care volgens intensivisten en klinisch neurofysiologen. *=1 intensivist gaf 2 antwoorden; zowel 0-5 als 5-10%.

Niet alle respondenten hebben deze vraag beantwoord (16 intensivisten en 11 klinisch neurofysiologen).

geven de bestaande literatuur over de prevalentie van niet-convulsieve aanvallen en status epilepticus bij IC-patiënten. De enquête is verstuurd naar de afdelingen en Klinische Neurofysiologie (KNF) en Intensive Care (IC) van de grotere ziekenhuizen in Nederland. In dit artikel zullen de resultaten van de enquête besproken worden.

Methode

Een enquête werd onder 28 grote IC-afdelingen en de 16 opleidingsafdelingen van de KNF (zie Tabel 1) verspreid. In totaal werden 44 enquêtes verstuurd naar 27 ziekenhuizen. Onze definitie van c-ee-monitoring werd bovenaan de enquête vermeld, zodat hieromtrent geen onduidelijkheden konden ontstaan: "Continue eeg-monitoring is het minimaal 24 uur achtereen registreren van de hersenactiviteit bij comateuze patiënten". Opgemerkt dient te worden dat voor ons 24 uur per dag beschikbare expertise om afwijkingen in het eeg te detecteren daaronder valt. Aan de intensivisten werden 15 vragen gesteld en aan de klinisch neurofysiologen 11. De extra vragen aan de intensivisten hadden betrekking op de capaciteit van de IC, de categorie patiënten die daar verblijven en of er aparte bedden zijn voor neurologische patiënten. De gemeenschappelijke vragen hebben betrekking op de c-ee-monitoring, de toepassingsfrequentie, de patiëntenpopulatie die in aanmerking komt en of 24 urenbeoordeling aanwezig is. Tevens werd geïnventariseerd wie de initiatiefnemer is geweest voor het



Figuur 2. A. Grootte van de intensivereafdelingen die meewerkten aan de enquête. B. Het aantal patiënten per maand per ziekenhuis met een primair neurologische aandoening.

starten van de monitoring, via welke kanalen dat momenteel in de praktijk verloopt en of de uitslag van de registratie wordt meegenomen in beleidsaanpassingen. Indien de mogelijkheid voor c-ee-registratie ontbreekt, wordt gevraagd naar de reden.

Resultaten

In totaal zijn 32 van de 44 enquêtes beantwoord (73%). Van 4 ziekenhuizen hebben we geen gegevens ontvangen. Van 9 ziekenhuizen hebben we van beide afdelingen gegevens ontvangen. Van de 28 IC-enquêtes zijn 18 (64,2%) beantwoord, waarvan 16 schriftelijk. Van 5 niet-beantwoorde enquêtes is wel de enquête van de afdeling KNF ontvangen. Van de 16 KNF-enquêtes zijn 14 (87,5%) beantwoord, waarvan 11 schriftelijk. Zodoende waren van 23 ziekenhuizen door de ontvangst van minimaal 1 enquête de gegevens bekend betreffende c-ee-monitoring. *Figuur 1* op pagina 31 laat zien wat volgens de respondenten de prevalentie is van niet-convulsieve status epilepticus bij comateuze patiënten op de IC. Uit *Figuur 1* (pagina 31) blijkt dat intensivisten neigen een lager percentage te noemen dan klinische neurofysiologen. Niet iedere respondent heeft deze vraag beantwoord.

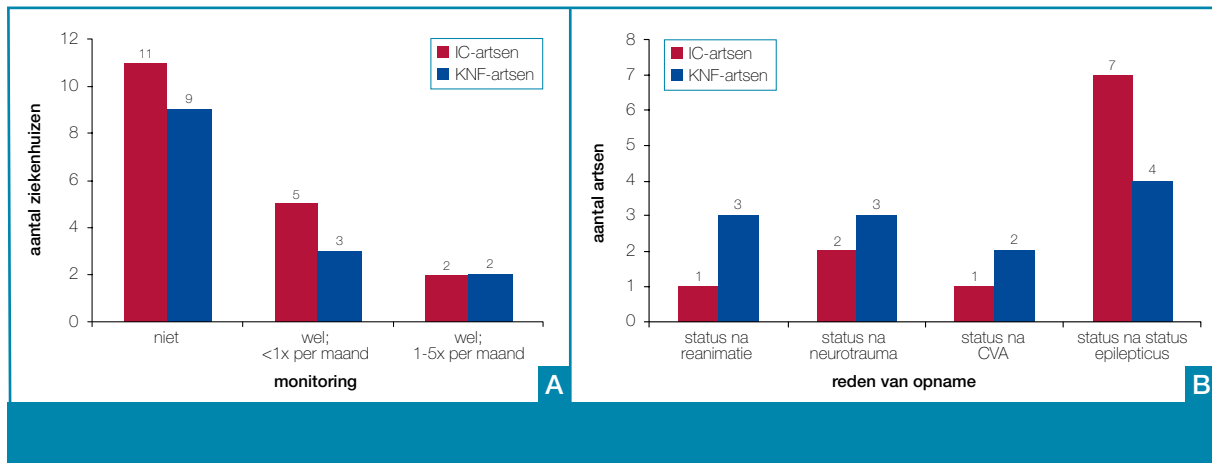
IC-enquête

Zowel de grootte van de IC-afdeling als het aantal neurologische patiënten per maand varieert sterk per ziekenhuis (zie *Figuren 2A* en *2B*). Drie ziekenhuizen bezitten aparte IC-bedden voor neurologische patiënten. Van de 18 respondenten onder de intensivisten

(38,9%) geven 7 aan van c-ee-monitoring gebruik te maken, maximaal een- tot vijfmaal per maand (zie *Figuur 3A*, pagina 33). In verhouding met het aantal opgenomen neurologische patiënten is dit een lage gebruiksfrequentie. *Figuur 3B* op pagina 33 geeft weer welke patiëntenpopulaties voor monitoring in aanmerking komen. Alle intensivisten melden dat 24 urenbeoordeling aanwezig is. Een respondent voegt daaraan toe dat het wel om een discontinue beoordeling door de dienstdoende klinisch neurofysioloog gaat. In 4 van de 7 ziekenhuizen is de beoordeling van de registratie altijd betrokken bij klinische beslissingen terwijl dit bij de overige 3 meestal het geval is. Het initiatief om de c-ee-monitoring op te zetten, komt in 4 van de 7 ziekenhuizen vanuit de KNF- en de neurologieafdeling, in 1 kliniek vanuit de IC-afdeling en in de andere 2 klinieken is het een gezamenlijk initiatief. In alle ziekenhuizen is de registratieapparatuur van de KNF-afdeling, waarbij in één ziekenhuis ook IC-apparatuur betrokken is. Twee intensivisten melden dat tevens software aanwezig is om verandering in het EEG signaal te detecteren. De 11 intensivisten die niet over c-ee-bewaking beschikken, geven hiervoor 2 redenen: het is niet uitvoerbaar of het is op de afdeling nooit overwogen (zie *Figuur 4*, pagina 34).

KNF-enquête

Van de 14 klinisch neurofysiologen geven 5 (28,6%) aan c-ee-registratie toe te passen (zie *Figuur 3A* en *3B*, pagina 33). De ziekenhuizen die regelmatig monitoreren, geven aan dat 24 urenbeoordeling ge-



Figuur 3. A. Het aantal ziekenhuizen dat c-eeeg-monitoring toepast volgens intensivisten en klinisch neurofysiologen. Tevens de frequentie waarmee dit wordt toegepast. B. De patiëntenpopulatie waarbij de monitoring wordt toegepast; meer dan 1 antwoord was mogelijk.

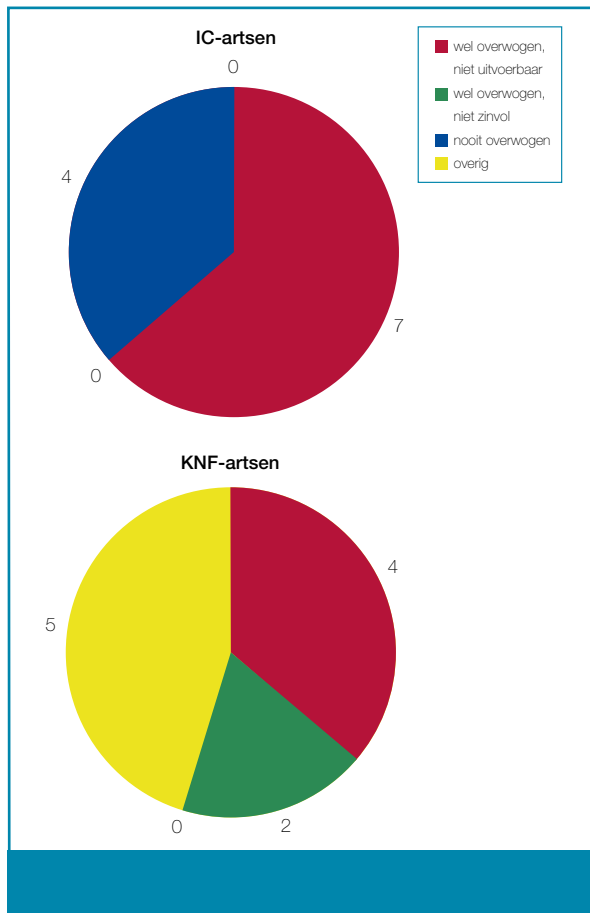
schiedt. In één ziekenhuis gebeurt dit in diensttijd door de arts-assistent neurologie en in het andere ziekenhuis wordt computeranalyse toegepast. Het initiatief komt in 3 van de 5 ziekenhuizen vanuit de neurologieafdeling en de KNF-afdeling; in de 2 andere was de IC-afdeling actief betrokken. Alle 5 de ziekenhuizen gebruiken KNF-apparatuur voor de monitoring. Tweemaal werd gebruik gemaakt van ingebouwde software om eeg-veranderingen te signaleren. Alle ziekenhuizen geven aan dat er besloten wordt tot monitoring na overleg tussen de KNF- en de neurologieafdeling en eventueel de IC-afdeling. De 10 klinisch neurofysiologen die niet over c-eeeg beschikken, geven daarvoor diverse redenen (zie *Figuur 4*, pagina 34). Naast het argument dat het niet uitvoerbaar en mogelijk niet zinvol is (tweemaal genoemd), wordt eenmaal aangegeven dat in de loop van het jaar gestart zal worden, eenmaal dat het overwogen wordt, eenmaal dat de juiste apparatuur ontbreekt en tweemaal dat het op de IC-afdeling 'niet leeft'.

Vergelijking resultaten

Uit de resultaten van de 9 ziekenhuizen waarvan we beide ingevulde enquêtes hebben ontvangen, blijkt dat onderling niet altijd overeenstemming is of c-eeeg-monitoring wordt toegepast. In 3 ziekenhuizen zegt de intensivist te monitoren terwijl de klinisch neurofysioloog zegt niet te monitoren, en in 2 ziekenhuizen is dit precies omgekeerd. In 4 ziekenhuizen is overeenstemming over monitoring. Ondanks het vermelden van de definitie van c-eeeg, komt kennelijk een verschil in interpretatie hierin naar voren.

Discussie

In de literatuur worden bij comateuze patiënten hoge percentages neurologische complicaties op de IC beschreven, in het bijzonder een hoge prevalentie van (niet-convulsieve) epileptische aanvallen (NCE).^{1,4,20} Vooral in diersmodellen is aangetoond dat niet-convulsieve aanvallen schadelijk zijn voor het brein, maar voor IC-patiënten is dat niet bewezen. Evenmin is onderzocht of de uitkomst van deze patiëntengroep verbetert door behandeling van de niet-convulsieve aanvallen.²¹ Echter, zolang deze complicatie niet gedetecteerd kan worden, is het niet goed mogelijk een antwoord te krijgen op deze onderzoeksvraag. Om de ontwikkeling van c-eeeg in Nederland te starten en om tevens een overzicht te krijgen van de toepassing van c-eeeg-monitoring op de IC in de Nederlandse ziekenhuizen, werd een enquête verspreid onder de IC- en KNF-afdelingen. Ten eerste blijkt uit de antwoorden dat een verschil van mening bestaat tussen de responderende intensivisten en klinisch neurofysiologen wat betreft de prevalentie van epilepsie op de IC (zie *Figuur 1*, pagina 31). Intensivisten zijn geneigd het optreden van NCE lager in te schatten dan klinisch neurofysiologen. Het percentage dat de KNF aangeeft, komt meer in de richting van de 8% tot 19%, wat in eerdere studies gevonden werd.^{1,4} Het is mogelijk dat klinisch neurofysiologen beter op de hoogte zijn van deze complicatie, doordat in de neurologische literatuur redelijk frequent over dit onderwerp geschreven wordt - in tegenstelling tot de literatuur toegespitst op de IC-arts - of dat de intensivisten een andere 'case-



Figuur 4. Redenen om geen monitoring toe te passen, volgens intensivisten en klinisch neurofysiologen.

mix' van patiënten voor ogen hebben.

Ten tweede blijkt dat ongeveer een derde van de ziekenhuizen enige vorm van c-eeeg-monitoring toepast. De toepassingsfrequentie is in ruim 50% van de klinieken slechts minder dan eenmaal per maand. Wij vinden dit opvallend laag, zeker in het licht van de te verwachten prevalentie van NCE op de IC en de aantallen opgenomen neurologische patiënten. Uit de studie van Towne et al. kan bijvoorbeeld afgeleid worden dat ongeveer 1 op de 11 comateuze IC-patiënten niet-convulsieve aanvallen of een status epilepticus heeft, zonder zonder dat er klinische sprake is van epileptische manifestaties.⁴ Zij spreken in dit verband van een 'silent epidemic'. Met de lage frequentie van monitoring die momenteel gangbaar is in Nederland (maximaal 1 tot 5 per ziekenhuis per maand) is het lastig een dergelijke uitspraak voor de Nederlandse situatie te doen.

De respondenten van een vijftal ziekenhuizen verschillen van mening of c-eeeg-monitoring wel of niet

plaatsvindt, ondanks dat het begrip c-eeeg-monitoring expliciet gedefinieerd is in de enquête. We hebben hiervoor geen goede verklaring. Mogelijk dat onze definitie multi-interpretabel is, dat de definitie niet zo strikt gehanteerd is bij het invullen van de enquête of dat de respondenten niet goed op de hoogte zijn van de mogelijkheden in het ziekenhuis. Monitoring houdt meer in dan het langdurig te registreren van een eeg, waarbij het signaal pas na afloop (de volgende dag) wordt beoordeeld. Het dient een toegevoegde waarde te hebben voor de acute en intensieve patiëntenzorg en daarvoor is het essentieel dat veranderingen die optreden op ieder tijdstip van de dag snel gedetecteerd en beoordeeld worden.

De reden die door 50% van de ziekenhuizen werd opgegeven om niet te monitoren, blijkt te zijn dat c-eeeg-registratie praktisch niet uitvoerbaar is. Dit kan betekenen dat de apparatuur niet geschikt is of dat de mogelijkheid voor 24 uursbeoordeling ontbreekt. Het bovenstaande geeft aan dat het probleem erkend wordt, maar dat het onmogelijk is de monitoring op een juiste wijze te organiseren. Twee van de 10 respondenten geven aan te twijfelen aan het nut van c-eeeg-monitoring. Een viertal intensivisten geeft aan nooit overwogen te hebben de monitoring toe te passen. Alle klinisch neurofysiologen hebben dit wel overwogen, maar de juiste apparatuur ontbreekt. Een tweetal geeft expliciet aan dat de clinici niet vragen om c-eeeg-monitoring. Drie klinisch neurofysiologen geven aan actief bezig te zijn met het opstarten van de c-eeeg-monitoring.

Conclusie

Met de huidige frequentie van monitoring bestaat de kans dat, gezien de prevalentie van NCE zoals in de literatuur is vermeld, deze complicatie vaak gemist wordt in Nederland. Uit deze studie blijkt dat een aantal ziekenhuizen in Nederland zich bewust is van deze discrepantie en een methode voor c-eeeg-registratie op de IC in ontwikkeling heeft. Aangezien de toegevoegde waarde van behandeling van NCE echter niet is aangetoond met een gerandomiseerde, prospectieve studie, kan geen uitspraak worden gedaan over de consequenties voor de 'outcome' van comateuze patiënten op Nederlandse IC's. Voordat een onderzoek naar de behandelingseffecten kan starten, dient eerst een adequate continue methode ontwikkeld en in gebruik genomen te worden om NCE bij ernstig

Aanwijzingen voor de praktijk

- 1. Continue eeg (c-eeg)-monitoring behelst meer dan alleen een langdurige eeg-registratie, namelijk continue beoordeling van het geregistreerde.**
- 2. C-eeg-monitoring is van belang om non-convulsieve epilepsie op de intensive care te kunnen detecteren.**
- 3. In Nederland wordt c-eeg-monitoring op kleine schaal toegepast.**
- 4. Het invoeren van een adequaat systeem voor eeg-monitoring vereist goede detectieapparatuur om 24 urenbeoordeling te waarborgen.**
- 5. Pas als een adequaat eeg-monitoringsysteem voor handen is, kan bekeken worden wat de behandeling van non-convulsieve epilepsie op de intensive care oplevert.**

zieke patiënten op de IC te detecteren. In de toekomst zal dit mogelijk een van de punten zijn waarop een IC in Nederland zich kan verbeteren.

Referenties

1. Claassen J, Mayer SA, Kowalski RG, Emerson RG, Hirsch LJ. Detection of electrographic seizures with continuous EEG monitoring in critically ill patients. *Neurology* 2004;62:1743-8.
2. Scheuer ML, Wilson SB. Data analysis for continuous EEG monitoring in the ICU: seeing the forest and the trees. *J Clin Neurophysiol* 2004;21:353-78.
3. Jordan KG. Continuous EEG and evoked potential monitoring in the neuroscience intensive care unit. *J Clin Neurophysiol* 1993;10:445-75.
4. Towne AR, Waterhouse EJ, Boggs JG, Garnett LK, Brown AJ, Smith JR Jr, et al. Prevalence of nonconvulsive status epilepticus in comatose patients. *Neurology* 2000;54:340-5.
5. Vespa P. Continuous EEG monitoring for the detection of seizures in traumatic brain injury, infarction, and intracerebral hemorrhage: 'to detect and protect'. *J Clin Neurophysiol* 2005;22:99-106.
6. Hirsch LJ. Continuous EEG monitoring in the intensive care unit: an overview. *J Clin Neurophysiol* 2004;21:332-40.
7. Privitera M, Hoffman M, Moore JL, Jester D. EEG detection of nontonic-clonic status epilepticus in patients with altered consciousness. *Epilepsy Res* 1994;18:155-66.
8. Wittman JJ, Hirsch LJ. Continuous electroencephalogram monitoring in the critically ill. *Neurocrit Care* 2005;2:330-41.
9. Bricolo A, Turazzi S, Faccioli F, Odorizzi F, Sciarretta G, Erculiani P. Clinical application of compressed spectral array in long-term EEG monitoring of comatose patients. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1978;45:211-25.
10. Smit LS, Vermeulen RJ, Fetter WP, Strijers RL, Stam CJ. Neonatal seizure monitoring using non-linear EEG analysis. *Neuropediatrics* 2004;35:329-35.
11. Young GB, Jordan KG, Doig GS. An assessment of nonconvulsive seizures in the intensive care unit using continuous EEG monitoring: an investigation of variables associated with mortality. *Neurology* 1996;47:83-9.
12. Chong DJ, Hirsch LJ. Which EEG patterns warrant treatment in the critically ill? Reviewing the evidence for treatment of periodic epileptiform discharges and related patterns. *J Clin Neurophysiol* 2005;22:79-91.
13. Brenner RP. EEG in convulsive and nonconvulsive status epilepticus. *J Clin Neurophysiol* 2004;21:319-31.
14. Hirsch LJ, Brenner RP, Drislane FW, So E, Kaplan PW, Jordan KG, et al. The ACNS subcommittee on research terminology for continuous EEG monitoring: proposed standardized terminology for rhythmic and periodic EEG patterns encountered in critically ill patients. *J Clin Neurophysiol* 2005;22:128-35.
15. Brenner RP, Schaul N. Periodic EEG patterns: classification, clinical correlation, and pathophysiology. *J Clin Neurophysiol* 1990;7:249-67.
16. Litt B, Dizon L, Ryan DD. Fatal non-convulsive status epilepticus in the elderly. *Epilepsia* 1994;35(Suppl 8):10.
17. Brenner RP. Is it status? *Epilepsia* 2002; 43 Suppl 3:103-13.
18. Claassen J, Hirsch LJ, Emerson RG, Bates JE, Thompson TB, Mayer SA. Continuous EEG monitoring and midazolam infusion for refractory nonconvulsive status epilepticus. *Neurology* 2001; 57:1036-42.
19. Kaplan PW. Assessing the outcomes in patients with nonconvulsive status epilepticus: nonconvulsive status epilepticus is underdiagnosed, potentially overtreated, and confounded by comorbidity. *J Clin Neurophysiol* 1999;16:341-52.
20. Vespa PM, Nuwer MR, Nenov V, Ronne-Engstrom E, Hovda DA, Bergsneider M, et al. Increased incidence and impact of nonconvulsive and convulsive seizures after traumatic brain injury as detected by continuous electroencephalographic monitoring. *J Neurosurg* 1999;91:750-60.
21. Jirsch J, Hirsch LJ. Nonconvulsive seizures: Developing a rational approach to the diagnosis and management in the critically ill population. *Clin Neurophysiol* 2007;118:1660-70.