

# Veiligheid van diepe sedatie/anesthesie bij kinderen

Evaluatie van de literatuur

Nr. 2018/02A, Den Haag 13 februari 2018

Achtergronddocument bij:

Protonentherapie voor kinderen alleen bij een ziekenhuis

Nr. 2018/02, Den Haag 13 februari 2018

---

Gezondheidsraad



# inhoud

<b>01 Inleiding</b>	<b>3</b>
Tabel 1. Overzicht van studies naar de veiligheid van anesthesie bij kinderen die radiotherapie of protontherapie ontvingen	3
Tabel 2. Overzicht van studies naar veiligheid van anesthesie bij kinderen die een procedure ondergingen buiten de operatiekamer (inclusief diagnostische beeldvorming)	5
<b>Literatuur</b>	<b>7</b>



# 01 inleiding

De minister van VWS heeft de Gezondheidsraad gevraagd of de *hospital based* eis voor protonenbehandeling van kinderen nog noodzakelijk is, gelet op de huidige stand van de wetenschap en recente publicaties.

Daarbij wil de minister weten in hoeverre die eis gebaseerd is op de noodzaak van anesthesie, en wat de randvoorwaarden voor de protonenbehandeling van kinderen in een *stand alone* locatie zijn. De Commissie

Protonentherapie bij kinderen heeft ter beantwoording hiervan onder meer literatuuronderzoek gedaan. In dit achtergronddocument beschrijft de commissie de uitkomsten daarvan. Deze zijn geordend in twee tabellen:

- overzicht van studies naar de veiligheid van anesthesie bij kinderen die radiotherapie of protonentherapie ontvangen
- overzicht van studies naar veiligheid van anesthesie bij kinderen die een procedure ondergingen buiten de operatiekamer (inclusief diagnostische beeldvorming).

**Tabel 1.** Overzicht van studies naar de veiligheid van anesthesie bij kinderen die radiotherapie of protonentherapie ontvingen

auteurs	jaartal	setting	methode	resultaten / conclusie
Anghelescu e.a. <sup>1</sup>	2008	kinderziekenhuis	Retrospectief onderzoek onder kinderen die met propofol werden gesedeerd voor radiotherapie in de periode juli 2004-juni 2006.	Het onderzoek betrof 3.833 procedures (3.611 bestralingssessies en 222 simulatiesessies) in 177 patiënten (leeftijd 0,4-21,7 jaar). In 49 (1,3%) van de procedures bij 30 patiënten traden complicaties op. Niet-ernstige complicaties aan de luchtwegen kwamen het meeste voor. Risicofactoren waren: duur van de procedure, totale dosis van propofol, het gebruik van aanvullende sedatieven en of het simulatiesessies betrof.
Ares e.a. <sup>2</sup>	2016	non-hospital based protonencentrum 50 km van kinderziekenhuis (Paul Scherrer Institute)	Follow-up onderzoek onder kinderen met intracranieel ependymoom die protonentherapie ontvingen in de periode juli 2004-maart 2013.	Het onderzoek betrof 50 patiënten (leeftijd 1,1-15,2 jaar). Herhaalde algehele anesthesie werd zonder complicaties toegepast bij 44 (88%) kinderen onder de vijf jaar.
Buchsbaum e.a. <sup>3</sup>	2013	non-hospital based protonencentrum 2 mijl van ziekenhuis	Retrospectief onderzoek onder kinderen die werden gesedeerd voor protonentherapie in de periode juni 2008-april 2012.	Het onderzoek betrof 4.045 procedures (3.907 bestralingssessies en 138 simulatiesessies) bij 138 kinderen (leeftijd 1-16 jaar). Er traden drie (0,07%) complicaties op: een val van een brancard tijdens herstel van de anesthesie en twee kinderen die vanwege aspiratie in het ziekenhuis opgenomen moesten worden. De auteurs concluderen dat de noodzaak tot spoedinterventie altijd aanwezig is en dat daarom protocollen beschikbaar moeten zijn om de zorg snel te kunnen opschalen.
Frei-Welte e.a. <sup>4</sup>	2012	non-hospital based protonencentrum 50 km van kinderziekenhuis (Paul Scherrer Institute)	Retrospectief onderzoek onder kinderen die werden gesedeerd voor protonentherapie in de periode 2004-2012.	Het onderzoek betrof 160 kinderen (leeftijd 1-8 jaar). Eén kind moest voor iedere bestraling geïntubeerd worden; twee kinderen hadden al voor de protonentherapie een tracheotomie gekregen en één kind moest tijdens de behandeling vanwege toenemende ademhalingsproblemen geïntubeerd worden en kreeg vervolgens een tracheotomie.
Khurmi e.a. <sup>5</sup>	2017	ziekenhuis	Retrospectief onderzoek onder kinderen die anesthesie kregen voor radiotherapie in de periode januari 2014-juli 2016.	Het onderzoek betrof 997 procedures (917 bestralingssessies en 80 simulatiesessies) in 58 patiënten (leeftijd 7 maanden-14 jaar). In het merendeel (94%) ging het om diepe sedatie met enkel propofol. Er traden 7 (0,7%) complicaties op. Het percentage complicaties was hoger in het geval van bestraling op het gehele lichaam (5,7%). De auteurs concluderen dat anesthesie met propofol veilig en efficiënt is.



Oh e.a. <sup>6</sup>	2016	Nationaal kankercentrum	Retrospectief onderzoek onder kinderen die met propofol werden gesedeerd voor protonentherapie in de periode april 2007-november 2013.	Het onderzoek betrof 1.296 procedures in 54 kinderen (interquartile range leeftijd 2-5 jaar). Er traden geen levensbedreigende complicaties. De volgende complicaties werden gerapporteerd: in 10 (18,5%) patiënten daalde de hartslag met meer dan 25%; 6 hiervan kregen anticholinergica toegediend. Bij 1 (1,9%) patiënt daalde de bloeddruk met meer dan 25%. Er waren 6 (11,1%) gevallen van desaturatie en 2 (3,7%) patiënten hadden sinusaritmie die vanzelf herstelde na de verdoving. De auteurs concludeerden dat het een uitdaging blijft om veilige en adequate verdoving toe te passen bij protonentherapie.
Owusu-Agyemang e.a. <sup>7</sup>	2014	non-hospital based protonencentrum 1 mijl van ziekenhuis	Retrospectief onderzoek onder kinderen die anesthesie kregen voor protonentherapie in de periode januari 2006-april 2013.	Het onderzoek betrof 9.328 procedures in 340 kinderen (leeftijd 0,4-14,2 jaar). In het merendeel (97,9%) ging het om diepe sedatie met enkel propofol. Er werden 5 (0,05%) ernstige complicaties gerapporteerd: 2 gevallen van bradycardie, 1 beroerte, 1 laryngospasme en 1 bronchospasme. Het kind met een beroerte is met een ambulance naar het ziekenhuis vervoerd. De auteurs concludeerden dat propofol veilig toegediend kan worden in een stand-alone locatie. Een voorwaarde is dat er een <i>dedicated</i> anesthesie team is.
Verma e.a. <sup>8</sup>	2016		Systematische review van studies naar complicaties en bijwerkingen van anesthesie/diepe sedatie in kinderen (jonger dan 18 jaar) die werden gesedeerd voor radiotherapie. Alle studies gepubliceerd in het Engels tot aan juni 2015 werden geïnccludeerd. Studies op basis van minder dan 20 kinderen werden geëxcludeerd.	Negen studies voldeden aan de criteria. Algehele narcose bleek beter te zijn dan <i>conscious</i> sedatie wat betreft het bereiken van het juiste sedatieniveau bij een laag percentage complicaties. Propofol en vluchtige anesthesie gingen gepaard met minder complicaties dan ketamine (0,01-3,5% vs 23-24%). De meest voorkomende complicaties hadden betrekking op de ademhaling, gevolgd door cardiovasculaire complicaties en misselijkheid/overgeven. Risicofactoren waren: duur van de procedure en anesthesie dosis.
Vigneron e.a. <sup>9</sup>	2013	academisch ziekenhuis	Retrospectief onderzoek onder kinderen die onder algehele narcose radiotherapie ondergingen in een periode van vier jaar.	Het onderzoek betrof 386 procedures in 15 kinderen (leeftijd 13-56 maanden). In 0,5% van de procedures trad er een complicatie op.
Weiss e.a. <sup>10</sup>	2007	non-hospital based protonencentrum 50 km van kinderziekenhuis (Paul Scherrer Institute)	Retrospectief onderzoek onder kinderen die met propofol werden gesedeerd voor protonentherapie. Het ging om kinderen met een hersentumor waarbij een <i>vacuum-assisted bite-block immobilization</i> vereist was.	Het onderzoek betrof 267 procedures in 10 kinderen (kleuters; gemiddelde leeftijd 2,6 jaar; SD = 0,8 jaar). In geen van de gevallen was een kunstmatige luchtweg nodig of moest de procedure gestopt worden. De auteurs concludeerden dat dergelijke procedures vragen om een kinderaanesthesioloog die veel ervaring heeft met de luchtwegen van kinderen, klinische alertheid en continue monitoring.
Wojcieszek e.a. <sup>11</sup>	2010	mobiele anesthesie werkstation om anesthesie toe te kunnen passen buiten de anesthesie-afdeling.	Retrospectief onderzoek onder kinderen die werden gesedeerd voor radiotherapie in de periode januari 2000-september 2005.	Het onderzoek betrof 267 procedures in 16 kinderen (leeftijd 2-8 jaar). Er traden geen ernstige complicaties op.



**Tabel 2.** Overzicht van studies naar veiligheid van anesthesie bij kinderen die een procedure ondergingen buiten de operatiekamer (inclusief diagnostische beeldvorming)

auteurs	jaartal	setting	methode	resultaten / conclusie
Couloures e.a. <sup>12</sup>	2011	38 centra van het Pediatric Sedation Research Consortium	Retrospectief onderzoek onder kinderen (0-18 jaar) die werden gesedeerd buiten de operatiekamer in de periode juli 2004-december 2008.	Het onderzoek betrof 131.751 procedures (leeftijd kinderen 0-18 jaar). De meerderheid (62,4%) betrof radiologie procedures en in de meerderheid ging het om sedatie met propofol (59,7%). Er traden 122 (0,09%) ernstige complicaties op. Er werden geen sterfgevallen gerapporteerd. Het percentage ernstige complicaties verschilde niet significant tussen soorten zorgverleners (allen lid van een sedatie-service).
Cravero <sup>13</sup>	2009		Review van studies naar de veiligheid van sedatie/anesthesie van kinderen buiten de operatiekamer. Vooral gebaseerd op Cravero e.a. (2006) en Cravero e.a. (2009).	De meest recente publicaties laten zien dat verdoving van kinderen relatief weinig risico's met zich meebrengt, maar waarschuwen ook voor de potentiële complicaties die kunnen optreden. Ernstige complicaties zijn zeldzaam, maar minder ernstige complicaties komen geregeld voor.
Cravero e.a. <sup>14</sup>	2009	37 centra van het Pediatric Sedation Research Consortium	Retrospectief onderzoek onder kinderen die werden gesedeerd met propofol voor het ondergaan van een diagnostische procedure of behandeling buiten de operatiekamer in de periode juli 2004-augustus 2007.	Het onderzoek betrof 49.836 procedures. Hierbij traden de volgende ernstige complicaties op: cardiopulmonale reanimatie (0,004%) en aspiratie (0,01%). Er werden geen sterfgevallen gerapporteerd. Minder ernstige complicaties kwamen vaker voor. Dit betrof desaturatie (1,5% van de procedures), apneu of luchtwegblokkade (5,8%) en laryngospasme (1,0%). In 0,07% van de procedures was er sprake van een onverwachte ziekenhuisopname. Het optreden van complicaties was afhankelijk van de leeftijd van het kind. De auteurs concludeerden dat het niet waarschijnlijk is dat sedatie met propofol resulteert in ernstige complicaties.
Crego <sup>15</sup>	2014	35 centra van het Pediatric Sedation Research Consortium	Retrospectief onderzoek onder kinderen (1-14 jaar) die werden gesedeerd voor het ondergaan van diagnostische radiologie procedures en alleen werden gemonitord door gespecialiseerde verpleegkundigen in de periode januari 2005-september 2007.	Het onderzoek betrof 12.584 procedures (leeftijd 0-14 jaar). In bijna de helft van de procedures (49,7%) betrof het een kind jonger dan 25 maanden en de meerderheid (70,1%) onderging een MRI. Er traden 727 (5,8%) complicaties op. Er werden geen sterfgevallen, hartstilstanden, intubaties of aspiraties gerapporteerd. De meest voorkomende complicaties waren inadequate sedatie/agitatie/delirium (1,6%) en desaturatie (1,4%).
Emrath e.a. <sup>16</sup>	2014	non-hospital based diagnostisch centrum; 20 minuten met de ambulance van het dichtstbijzijnde kinderziekenhuis	Retrospectief onderzoek bij kinderen die werden gesedeerd voor MRI of CT-scan in de periode januari 2012-december 2012. Exclusiecriteria: jonger dan 6 maanden, hartaandoening, aangeboren metabole ziekten.	Het onderzoek betrof 654 patiënten (0,5-20 jaar). Het merendeel (95,7%) onderging een MRI en het merendeel (98%) werd gesedeerd met propofol. In 267 (25,1%) procedures traden complicaties op. Dit betrof: desaturatie (11,5% van de procedures), apneu (1,7%), bradycardie (0,2%) en hypotensie (2,3%). Er traden geen ernstige complicaties op.
Grunwell e.a. <sup>17</sup>	2017	44 centra van Pediatric Sedation Research Consortium	Prospectief onderzoek onder kinderen (21 jaar en jonger) die intraveneus ketamine en propofol ontvingen voor procedurele sedatie buiten de operatiekamer en spoedafdeling in de periode september 2007-november 2015.	Het onderzoek betrof 7.313 procedures (leeftijd patiënten 0-21 jaar). 76,1% van de sedaties vond plaats in een sedatie- of radiologiekamer; in 80,6% ging het om patiënten met ASA status I of II. In 9,8% procedures traden één of meer complicaties op en in 3,5% waren dit ernstige complicaties. Drie (0,04%) patiënten hadden last van aspiratie en twee (0,03%) patiënten kregen een hartstilstand. Er werden geen sterfgevallen gerapporteerd. Risicofactoren waren: ASA status III of IV en lokatie (groter risico in hart-catheterisatie laboratorium of radiologie/sedatie kamer), primaire diagnose van gastrointestinale aandoening, toediening van anticholinergische middelen.
Grunwell e.a. <sup>18,19</sup>	2016	44 centra van Pediatric Sedation Research Consortium	Retrospectief onderzoek onder kinderen (21 jaar en jonger) die met ketamine werden gesedeerd voor procedurele sedatie buiten de operatiekamer in de periode september 2007-november 2015.	Het onderzoek betrof 22,645 procedures (leeftijd patiënten interquartile range 31-120 maanden). 64,6% van de sedaties vond plaats in een sedatie- of radiologiekamer; in 72,0% ging het om patiënten met ASA status I of II. In 7,3% procedures traden complicaties op en in 1,8% waren dit ernstige complicaties. Er werden geen sterfgevallen gerapporteerd en drie patiënten kregen een hartstilstand. Risicofactoren: gebruik van propofol, anticholinergische middelen en barbituraten, lokatie.



Kamat e.a. <sup>20,21</sup>	2014	37 centra van Pediatric Sedation Research Consortium	Retrospectief onderzoek onder kinderen die zijn geseedeerd met propofol in de periode september 2007-december 2012. Anesthesie werd uitgevoerd door critical care kinderartsen.	Het onderzoek betrof 91.189 procedures (leeftijd patiënten 0-22 jaar). 80,9% van de sedaties vond plaats in een sedatie- of radiologiekamer; in 81,9% ging het om patiënten met ASA status I of II. In 5,0% traden complicaties op. Dit betrof luchtwegobstructie (1,6%), desaturatie (1,5%), hoesten (1,0%) en spoedinterventie aan de luchtwegen (0,7%). Er werden geen sterfgevallen gerapporteerd en 1 hartstilstand. Risicofactoren waren: locatie, aantal aanvullende medicaties, bekend met problemen aan de luchtwegen, ASA status, gewicht, prematuur, ondergaan van pijnlijke procedure.
Kiringoda e.a. <sup>22</sup>	2010	klinisch onderzoekscentrum	Retrospectief onderzoek onder kinderen die meededen aan klinisch onderzoek en werden geseedeerd met propofol voor diagnostische procedures in de periode januari 2000-september 2008.	Het onderzoek betrof 1.480 procedures in 607 kinderen (leeftijd 0,2-17,5 jaar). In 70% ging het om een kind met ASA status III. Er traden 98 complicaties op bij 79 (5,3%) procedures. Twee kinderen moesten worden overgebracht naar de intensive care. Er werden geen sterfgevallen of blijvende morbiditeit gerapporteerd. Risicofactoren waren: ASA status, duur van de anesthesie en aanwezigheid van afwijkingen in de luchtwegen. De auteurs concluderen dat anesthesie gepaard gaat met weinig complicaties en dat een pre-anesthesie evaluatie belangrijk is om de risicofactoren in kaart te brengen.
Larsen e.a. <sup>23</sup>	2009	ziekenhuis	Retrospectief onderzoek onder kinderen (18 jaar en jonger) die werden geseedeerd met propofol voor een poliklinische procedure in de periode 2001-2007. Anesthesie werd uitgevoerd door kinderintensivisten.	Het onderzoek betrof 4.716 procedures (leeftijd kinderen: 5% was jonger dan 1 jaar; 59% was 1-10 jaar en 36% was ouder dan 10 jaar), waarvan 17% radiologie procedures. Er traden 702 (15%) niet-ernstige complicaties op en 5 (0,1%) ernstige complicaties. Bij kinderen onder de 1 jaar was het percentage niet-ernstige complicaties hoger. De ernstige complicaties vonden plaats in de groep 1-10 jarigen. De auteurs concludeerden dat propofol toegediend door een kinderintensivist een veilige techniek is in de poliklinische setting.
Machata e.a. <sup>24</sup>	2008	ziekenhuis	Prospectief onderzoek onder kinderen met ASA status I of II die werden geseedeerd voor ambulante MRI onderzoek in de periode september 2006-januari 2008.	Het onderzoek betrof 53 kinderen onder de 1 jaar en 447 kinderen tussen de 1-19 jaar. Bij 5 (1%) patiënten trad desaturatie op. Bij drie kinderen ging het om gedeeltelijke obstructie van de luchtweg. De andere twee hadden kortdurend hulp nodig bij de ademhaling. De auteurs concludeerden dat het propofol-protocol dat zij hanteerden een effectieve manier is voor MRI onderzoek bij kinderen.
Mallory e.a. <sup>25</sup>	2011	37 centra van de Pediatric Sedation Research Consortium	Retrospectief onderzoek onder kinderen die werden geseedeerd met propofol in de periode juli 2004-september 2008. Anesthesie werd uitgevoerd door SEH-artsen.	Het onderzoek betrof 25.433 procedures (leeftijd patiënten 1-240 maanden). 76% van de procedures vond plaats op de radiologie afdeling. In 1.483 (5,8%) procedures traden één of meer complicaties op. In 581 (2,3%) procedures betrof dit ernstige complicaties, waaronder twee gevallen van aspiratie, één ongeplande intubatie en één hartstilstand. Risicofactoren van ernstige complicaties waren: gewicht, ASA status III of IV, aanvullende medicatie, niet-pijnlijke procedures en problemen aan de bovenste luchtwegen.
Mason e.a. <sup>26</sup>	2012	polikliniek van streek-ziekenhuis	Retrospectief onderzoek onder kinderen die geseedeerd werden met dexmedetomidene voor een MRI in de periode april 2009-juli 2010.	Het onderzoek betrof 279 kinderen (leeftijd 0,2-17,2 jaar). In 14 (5%) patiënten week de hartslag met meer dan 20% af van <i>baseline</i> en in 29 (33%) patiënten week de bloeddruk meer dan 20% af. Er werden geen complicaties gerapporteerd. De auteurs concludeerden dat dexmedetomidine een veilige en effectieve sedatietechniek is. Ze bevelen aan dat een reanimatieteam aanwezig is op de locatie.
Patel e.a. <sup>27</sup>	2009	ziekenhuis	Retrospectief onderzoek onder kinderen die langdurig (30 minuten of langer) verdoofd werden met propofol voor een MRI, CT scan, nucleaire scans en korte procedures in de periode november 2005-maart 2006. De anesthesie werd uitgevoerd door niet-anesthesiologen.	Het onderzoek betrof 210 patiënten (leeftijd 1 maand-20,8 jaar). Er traden geen niet-ernstige complicaties op en één (0,5%) ernstige complicatie (beroerte).





Srinivasan e.a. <sup>28</sup>	2012	kinderziekenhuis	Retrospectief onderzoek onder kinderen die werden gesedeerd met propofol in de periode januari 2005-september 2009. De anesthesie werd uitgevoerd door een kinderarts.	Het onderzoek betrof 1.649 procedures (leeftijd patiënten 4 maanden-28 jaar). Het merendeel van de kinderen (96,6%) werd verdoofd voor een MRI. De volgende complicaties werden gerapporteerd: obstructie van de luchtwegen (3,0% van de procedures), desaturatie (3,5%), apneu (0,3%), stridor (0,06%), hypotensie (0,2%) en afname in hartslag (0,06%). Bij drie (0,2%) patiënten was er sprake van een ernstige complicatie; twee patiënten met aspiratie en één patiënt moest geïntubeerd worden door de anesthesioloog. Risicofactoren voor problemen met de ademhaling waren: bekend met snurken, ASA status III, ouder dan 12 jaar, premedicatie met midazolam en het gebruik van adjuvant glycopyrrolate.
Subramanyam e.a. <sup>29</sup>	2016	ambulant	Retrospectief onderzoek onder kinderen die anesthesie kregen voor een electieve, ambulante operatie of radiologieprocedure in de periode 2007-2012.	Het onderzoek betrof 19.059 patiënten (gemiddelde leeftijd 5,6 jaar; SD = 4,6). In 2,8% van de gevallen was er sprake van complicaties gerelateerd aan de ademhaling. Risicofactoren waren: 3 jaar en jonger, ASA status II of III, overgewicht, longandoening en het ondergaan van een operatie (vs radiologieprocedure).
Sulton e.a. <sup>30</sup>	2016	42 centra van Pediatric Sedation Research Consortium	Retrospectief onderzoek onder kinderen die werden gesedeerd met dexmedetomidine voor electieve procedurele sedatie in de periode september 2007-mei 2014.	Het onderzoek betrof 13.072 procedures (leeftijd: interquartile range 19-60 maanden; 57% was jonger dan 3 jaar). 90,9% van de sedaties vond plaats in een sedatie- of radiologiekamer; in 73% ging het om patiënten met ASA status I of II. De meerderheid (83%) van de patiënten werd gesedeerd voor radiologische procedures. In 3,6% traden er complicaties op en in 0,3% ging het om ernstige complicaties. De meest voorkomende ernstige complicatie was obstructie van de luchtwegen (0,3%). Er werden geen sterfgevallen of hartstilstanden gerapporteerd. Het percentage complicaties was vergelijkbaar tussen verschillende typen zorgverleners.

## literatuur

- 1 Anghelescu DL, Burgoyne LL, Liu W, Hankins GM, Cheng C, Beckham PA, e.a. *Safe anesthesia for radiotherapy in pediatric oncology: St. Jude Children's Research Hospital Experience, 2004-2006*. Int J Radiat Oncol Biol Phys 2008; 71(2): 491-7.
- 2 Ares C, Albertini F, Frei-Welte M, Bolsi A, Grotzer MA, Goitein G, e.a. *Pencil beam scanning proton therapy for pediatric intracranial ependymoma*. J Neurooncol 2016; 128(1): 137-45.
- 3 Buchsbaum JC, McMullen KP, Douglas JG, Jackson JL, Simoneaux RV, Hines M, e.a. *Repetitive pediatric anesthesia in a non-hospital setting*. Int J Radiat Oncol Biol Phys 2013; 85(5): 1296-300.
- 4 Frei-Welte M, Weiss M, Neuhaus D, Ares C, Mauch J. *[Pediatric anesthesia for proton radiotherapy : medicine remote from the medical centre]*. Anaesthesist 2012; 61(10): 906-14.
- 5 Khurmi N, Patel P, Koushik S, Daniels T, Kraus M. *Anesthesia Practice in Pediatric Radiation Oncology: Mayo Clinic Arizona's Experience 2014-2016*. Paediatr Drugs 2017.
- 6 Oh TK, Lee SJ, Kim JH, Park B, Eom W. *The administration of high-dose propofol sedation with manual and target-controlled infusion in children undergoing radiation therapy: a 7-year clinical investigation*. Springerplus 2016; 5: 376.
- 7 Owusu-Agyemang P, Grosshans D, Arunkumar R, Rebello E, Popovich S, Zavala A, e.a. *Non-invasive anesthesia for children undergoing*



*proton radiation therapy*. *Radiother Oncol* 2014; 111(1): 30-4.

- <sup>8</sup> Verma V, Beethe AB, LeRiger M, Kulkarni RR, Zhang M, Lin C. *Anesthesia complications of pediatric radiation therapy*. *Pract Radiat Oncol* 2016; 6(3): 143-54.
- <sup>9</sup> Vigneron C, Schwartz E, Troje C, Niederst C, Meyer P, Lutz P, e.a. *[General anesthesia in pediatric radiotherapy]*. *Cancer Radiother* 2013; 17(5-6): 534-7.
- <sup>10</sup> Weiss M, Frei M, Buehrer S, Feurer R, Goitein G, Timmermann B. *Deep propofol sedation for vacuum-assisted bite-block immobilization in children undergoing proton radiation therapy of cranial tumors*. *Paediatr Anaesth* 2007; 17(9): 867-73.
- <sup>11</sup> Wojcieszek E, Rembielak A, Bialas B, Wojcieszek A. *Anaesthesia for radiation therapy – Gliwice experience*. *Neoplasma* 2010; 57(2): 156-60.
- <sup>12</sup> Couloures KG, Beach M, Cravero JP, Monroe KK, Hertzog JH. *Impact of provider specialty on pediatric procedural sedation complication rates*. *Pediatrics* 2011; 127(5): e1154-60.
- <sup>13</sup> Cravero JP. *Risk and safety of pediatric sedation/anesthesia for procedures outside the operating room*. *Curr Opin Anaesthesiol* 2009; 22(4): 509-13.
- <sup>14</sup> Cravero JP, Beach ML, Blike GT, Gallagher SM, Hertzog JH, Pediatric Sedation Research C. *The incidence and nature of adverse events during pediatric sedation/anesthesia with propofol for procedures outside the operating room: a report from the Pediatric Sedation Research Consortium*. *Anesth Analg* 2009; 108(3): 795-804.
- <sup>15</sup> Crego N. *Pediatric Sedation: Using Secondary Data to Describe Registered Nurse Practice in Radiology*. *J Radiol Nurs* 2014; 33(4): 166-80.
- <sup>16</sup> Emrath ET, Stockwell JA, McCracken CE, Simon HK, Kamat PP. *Provision of deep procedural sedation by a pediatric sedation team at a freestanding imaging center*. *Pediatr Radiol* 2014; 44(8): 1020-5.
- <sup>17</sup> Grunwell JR, Travers C, Stormorken AG, Scherrer PD, Chumpitazi CE, Stockwell JA, e.a. *Pediatric Procedural Sedation Using the Combination of Ketamine and Propofol Outside of the Emergency Department: A Report From the Pediatric Sedation Research Consortium*. *Pediatr Crit Care Med* 2017; 18(8): e356-e63.
- <sup>18</sup> Grunwell JR, Marupudi NK, Gupta RV, Travers CD, McCracken CE, Williamson JL, e.a. *Outcomes following implementation of a pediatric procedural sedation guide for referral to general anesthesia for magnetic resonance imaging studies*. *Paediatr Anaesth* 2016; 26(6): 628-36.
- <sup>19</sup> Grunwell JR, Travers C, McCracken CE, Scherrer PD, Stormorken AG, Chumpitazi CE, e.a. *Procedural Sedation Outside of the Operating Room Using Ketamine in 22,645 Children: A Report From the Pediatric Sedation Research Consortium*. *Pediatr Crit Care Med* 2016; 17(12): 1109-16.
- <sup>20</sup> Kamat PP, McCracken CE, Gillespie SE, Fortenberry JD, Stockwell JA, Cravero JP, e.a. *Pediatric critical care physician-administered procedural sedation using propofol: a report from the Pediatric Sedation*





- Research Consortium Database. Pediatr Crit Care Med 2015; 16(1): 11-20.*
- <sup>21</sup> Kamat PP, Ayestaran FW, Gillespie SE, Sanders RD, Greenbaum LA, Simon HK, e.a. *Deep procedural sedation by a sedationist team for outpatient pediatric renal biopsies. Pediatr Transplant 2016; 20(3): 372-7.*
- <sup>22</sup> Kiringoda R, Thurm AE, Hirschtritt ME, Koziol D, Wesley R, Swedo SE, e.a. *Risks of propofol sedation/anesthesia for imaging studies in pediatric research: eight years of experience in a clinical research center. Arch Pediatr Adolesc Med 2010; 164(6): 554-60.*
- <sup>23</sup> Larsen R, Galloway D, Wadera S, Kjar D, Hardy D, Mirkes C, e.a. *Safety of propofol sedation for pediatric outpatient procedures. Clin Pediatr (Phila) 2009; 48(8): 819-23.*
- <sup>24</sup> Machata AM, Willschke H, Kabon B, Kettner SC, Marhofer P. *Propofol-based sedation regimen for infants and children undergoing ambulatory magnetic resonance imaging. Br J Anaesth 2008; 101(2): 239-43.*
- <sup>25</sup> Mallory MD, Baxter AL, Yanosky DJ, Cravero JP, Pediatric Sedation Research C. *Emergency physician-administered propofol sedation: a report on 25,433 sedations from the pediatric sedation research consortium. Ann Emerg Med 2011; 57(5): 462-8 e1.*
- <sup>26</sup> Mason KP, Fontaine PJ, Robinson F, Zgleszewski S. *Pediatric sedation in a community hospital-based outpatient MRI center. AJR Am J Roentgenol 2012; 198(2): 448-52.*
- <sup>27</sup> Patel KN, Simon HK, Stockwell CA, Stockwell JA, DeGuzman MA, Roerig PL, e.a. *Pediatric procedural sedation by a dedicated nonanesthesiology pediatric sedation service using propofol. Pediatr Emerg Care 2009; 25(3): 133-8.*
- <sup>28</sup> Srinivasan M, Turmelle M, Depalma LM, Mao J, Carlson DW. *Procedural sedation for diagnostic imaging in children by pediatric hospitalists using propofol: analysis of the nature, frequency, and predictors of adverse events and interventions. J Pediatr 2012; 160(5): 801-6 e1.*
- <sup>29</sup> Subramanyam R, Yeramaneeni S, Hossain MM, Anneken AM, Varughese AM. *Perioperative Respiratory Adverse Events in Pediatric Ambulatory Anesthesia: Development and Validation of a Risk Prediction Tool. Anesth Analg 2016; 122(5): 1578-85.*
- <sup>30</sup> Sulton C, McCracken C, Simon HK, Hebbar K, Reynolds J, Cravero J, e.a. *Pediatric Procedural Sedation Using Dexmedetomidine: A Report From the Pediatric Sedation Research Consortium. Hosp Pediatr 2016; 6(9): 536-44.*



De Gezondheidsraad, ingesteld in 1902, is een adviesorgaan met als taak de regering en het parlement 'voor te lichten over de stand der wetenschap ten aanzien van vraagstukken op het gebied van de volksgezondheid en het gezondheids(zorg)onderzoek' (art. 22 Gezondheidswet).

De Gezondheidsraad ontvangt de meeste adviesvragen van de bewindslieden van Volksgezondheid, Welzijn en Sport; Infrastructuur en Waterstaat; Sociale Zaken en Werkgelegenheid en Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. De raad kan ook op eigen initiatief adviezen uitbrengen, en ontwikkelingen of trends signaleren die van belang zijn voor het overheidsbeleid.

De adviezen van de Gezondheidsraad zijn openbaar en worden als regel opgesteld door multidisciplinaire commissies van – op persoonlijke titel benoemde – Nederlandse en soms buitenlandse deskundigen.

U kunt dit document downloaden van [www.gezondheidsraad.nl](http://www.gezondheidsraad.nl).

Deze publicatie kan als volgt worden aangehaald:

Gezondheidsraad. Veiligheid van diepe sedatie/anesthesie bij kinderen.

Achtergronddocument bij het advies Protonentherapie voor kinderen alleen bij een ziekenhuis. Den Haag: Gezondheidsraad, 2018; publicatienr. 2018/02A.

Auteursrecht voorbehouden

