



**Panu Uusalo**  
Dos, erikoislääkäri  
Tyks TOTEK  
panu.uusalo@varha.fi



**Mari Fihlman**  
LT, erikoislääkäri  
Tyks TOTEK  
mari.fihlman@varha.fi

# Deksmedetomidiniin

## käyttö radiologisessa kuvantamisessa

**Deksmedetomidiniin käyttö on viime vuosina lisääntynyt sedaatiota vaativissa radiologisissa kuvantamistutkimuksissa. Deksmedetomidinia on hyödynnetty erityisesti lasten magneettikuvauksissa, mutta myös tietyissä aikuispotilaiden kuvantamistutkimuksissa ja radiologisissa toimenpiteissä.**

**T**ietyt potilasryhmät, kuten klaustrofobiasta eli ahtaan paikan kammosta kärsivät, kognitiiviselta kyvyltään alentuneet, kriittisesti sairaat sekä lapsipotilaat tarvitsevat usein sedaatiota radiologisiin kuvantamistutkimuksiin, kuten magneettikuvaukseen (MRI) ja tietokonetomografiaan (CT) (1–2). Perinteisesti kuvantamistutkimusten sedaatioon on käytetty GABA-reseptorin agonisteja kuten bentsodiatsepiinejä (3), propofolia (4), barbituraatteja (5) ja kloraalihydraattia (6). Lisäksi on raportoitu opioideja (7), ketamiinia (8) ja sevofluraania (9) käytetyn sedaatioon. Edellä mainittujen lääkkeiden käyttöön liittyy kuitenkin riskejä, kuten hengityslamaa, hemodynaamisia haittavaikutuksia ja pitkittynyttä toipumista.

Deksmedetomidini on eläinrauhoitteena yleisesti käytetyn medetomidiniin stereoisomeeri, joka on tehokkain, spesifisin ja selektiivisin saatavilla oleva alfa-2-agonisti. Deksmedetomidinia annettiin ensimmäisen kerran terveille koehenkilöille Turun yliopiston farmakologian yksikössä jo vuonna 1987, mutta se sai myyntiluvan Euroopassa vasta vuonna 2011 (10). Deksmedetomidinia käytetään tavallisimmin valvonta- ja tehohoitopotilaiden sedaatioon (11) ja adjuvanttina monissa kivuliaissa tai pitkissä leikkauksissa (12). Deksmedetomidini on lisäksi

osoittautunut lupaavaksi vaihtoehdoksi myös sedaatiota vaativissa toimenpiteissä ja kuvantamistutkimuksissa. Tarkastelemme tässä artikkelissa deksmedetomidiniin käyttöä erilaisissa kuvantamismenetelmissä, kuten MRI:ssa, CT:ssa ja toimenpideradiologiassa.

### Deksmedetomidiniin farmakologiaa

Deksmedetomidiniin vaikutusmekanismiin kuuluu presynaptisten  $\alpha_2$ -reseptorien aktivoituminen. Tämä johtaa noradrenaliinin vapautumisen estymiseen ja edelleen autonomisen hermoston sympaattisen aktivaation vähenemiseen. Tuloksena on sedaatio, anksiolyyysi ja kivunlievitys ilman merkittävää hengityslamaa (13–15). Hengitysvaikutusten lisäksi deksmedetomidiniin etu verrattuna perinteisiin sedatiiveihin on luonnollinen uni, josta potilas on usein mahdollista herättää ko-opeerivaksi esimerkiksi ohjeiden antamista varten. Jos plasman deksmedetomidini-pitoisuus on riittävä, nukahtavat potilaat pääsääntöisesti nopeasti uudelleen herättämisen jälkeen. (16)

Deksmedetomidiniin puoliintumisaika on terveillä vapaaehtoisilla 2–2,5 h, joten se soveltuu melko lyhytaikaiseen sedaatioon ja jatkuvaan infuusioon pitkäaikaisten toimenpiteiden aikana. Munuaisten vajaatoiminnan tai korkean iän ei ole

todettu vähentävän deksmedetomidiniin puhdistumaa, mutta iäkkäillä potilailla deksmedetomidiniin sedatiivinen vaikutus saattaa voimistua. Lääkkeen annosta tulee pienentää, kun potilaalla on maksan vajaatoiminta (17). Yhteisvaikutuksia muiden lääkeaineiden kanssa ei ole juuri havaittu, mutta epilepsialääkkeet nopeuttavat deksmedetomidiniin poistumista elimistöstä (18).

### Radiologisen kuvantamisen erityispiirteet

Liikkumattomuuden ylläpitäminen on tärkeää MRI:ssa, jossa kuvaussekvenssit kestävät useita minuutteja. MRI on erityisen herkkä liikeartefaktalle, ja tämän vuoksi lapsipotilaat tai esimerkiksi klaustrofobiaa sairastavat aikuiset tarvitsevat usein sedaatiota. Deksmetomidini on osoittautunut tehokkaaksi MRI-sedatiiviksi erityisesti sen vaikutuksen keston ja vähäisten hengitysvaiikutusten vuoksi. (5, 19)

Vaikka CT on nopeampi kuvantamistapa kuin MRI, alle kouluikäiset lapsipotilaat ja potilaat, joilla on ahdistuneisuushäiriöitä tai kognitiivisia häiriöitä, voivat silti tarvita sedaatiota. Deksmetomidini soveltuu lähtökohtaisesti huonosti CT-kuvaukseen vaikutuksen hitaan alun ja vaikutuksen keston vuoksi. Intranasaalisen deksmedetomidiniin käyttöä lasten CT-kuvauksissa on kuitenkin raportoitu kirjallisuudessa. Seitsemän tutkimuksen meta-analyysi osoitti, että intranasaalinen deksmedetomidini on tehokkaampi ja turvallisempi sedatiivi kuin oraalinen kloraalihydraatti lasten CT- ja MRI-kuvauksissa. (2)

Radiologiset toimenpiteet voivat olla pitkiä ja vaatia potilaita pysymään liikkumattomina, usein epämukavissa asennoissa. Sedaatiota voidaan tarvita tyypillisesti liikkumattomuutta edellyttävissä aikuispotilaille tehtävissä toimenpiteissä, kuten stereotaktinen biopsia tai perkutaaninen ablaatio. Lapsipotilaiden paikallaanoloa vaativat ja kipua aiheuttavat toimenpiteet suoritetaan yleensä yleisanestesiassa.

### Deksmetomidini aikuispotilaiden radiologisessa kuvantamisessa

Deksmetomidiniinilla on nykyisin tehohoito-sedaation lisäksi virallinen indikaatio aikuispotilaiden toimenpidesedaatioon (20). Kirjallisuudessa on hyvin vähän raportteja deksmedetomidiniin käytöstä aikuisten kuvantamistutkimuksissa, mutta käytäntö on osoittanut, että laskimoon annosteluna deksmedetomidini sopii esimerkik-

si aikuispotilaiden MRI-tutkimuksiin ahdistusta vähentämään. Mikäli deksmedetomidiniinilla ei päästä riittävään sedaatiotasoon, voidaan lisäksi titrata pieniä määriä esimerkiksi midatsolaamia laskimoon.

Eräässä tapausselostuksessa klaustrofobiasta kärsivä obeesi uniapneaa sairastava potilas seda-toitiin menestyksekkäästi antamalla 1 µg/kg latausannos deksmedetomiinia laskimoon ja ylläpitämällä sedaatiota kevyellä 0,2–0,7 µg/kg/h infuusiolla. EtCO<sub>2</sub> ei muuttunut sedaation aikana merkittävästi. (21) Toisessa tapausselostussarjassa seda-toitiin menestyksekkäästi ja ilman todettuja hengitysvaiikutuksia neljä klaustrofobiasta kärsivää naispotilasta vatsa-asennossa tehtävään MRI-tutkimukseen antamalla edellistä tutkimusta vastaava lataus- ja ylläpitoannos deksmedetomidiniin laskimoon, sekä lisäksi pieni annos midatsolaamia laskimoon. (22) Kolmas tutkimus vertasi laskimoon annosteltavaa deksmedetomidiniin infuusiota laskimoon annosteltavaan propofoli-infuusion 30 MRI-kuvaukseen tulevalla klaustrofobisella aikuispotilaalla. Sedaation onnistumisessa ei ollut eroa ryhmien välillä, mutta deksmedetomidini ryhmässä sedaatio alkoi hitaammin. Pienellä osalla esiintyi bradykardiaa ja hypotensiota, jota ei kuitenkaan kuvattu tutkimuksessa tarkemmin. (23)

Erityisesti toimenpiteissä joihin liittyy kipua, deksmedetomidini saattaa olla propofolia tai bentsodiatsepiinejä parempi vaihtoehto sedaatioon. Tuolloin voidaan lisäksi kombinoida sedaatioon lyhytvaikutteinen opioidi, kuten alfentaniili. Ruotsalaisessa aineistossa seda-toitiin laskimonsisäisellä deksmedetomidiniinilla ja laskimonsisäisellä remifentaniilillä 46 aikuispotilasta munaiskarsinooman CT-ohjattuun perkutaaniseen ablaatioon. Vaikka osa potilaita raportoi voimakasta kipua toimenpiteeseen

&gt;&gt;

#### Virallisia vasta-aiheita deksmedetomidiniin käytölle ovat:

- yliherkkyydet
- hypotensio
- bradykardia
- II-III asteen AV-katkos
- äskettäin sairastettu aivoverenkierron häiriö

Yhteiskäyttöä digoksiinin kanssa ei suositella

liittyen, sedaatioprotokolla todettiin hyväksi ja potilastyytyväisyys oli korkeaa (24).

Intranasaalisen deksmedetomidiinin käyttöä aikuispotilaiden kuvantamistutkimuksissa ei ole käsityksemme mukaan raportoitu kirjallisuudessa, mutta olemme käyttäneet sitä menestyksekkäästi valikoiduilla aikuispotilailla kuvantamistutkimusten ja radiologisten toimenpiteiden sedaatioon yksin tai yhdessä midatsolaamin tai opioidin kanssa.

### **Deksmedetomidiini lapsipotilaiden radiologisessa kuvantamisessa**

Vaikka deksmedetomidiinilla ei ole virallista käyttöaihetta lapsipotilaiden hoitoon, sen käyttö lasten ja nuorten teho- ja toimenpidesedaatioissa on yleistä (25). Lisäksi deksmedetomidiinia käytetään leikkaukseen tulevien lapsipotilaiden esilääkityksenä ja heidän rauhoittamisessaan muita tutkimuksia, kuten kuvantamistutkimuksia tai sydämen kaikukuvausta varten (5, 19).

Nenän limakalvolle annettava deksmedetomidiinia voidaan käyttää MRI-kuvaukseen tulevien lapsipotilaiden rauhoittamiseen. Annoksella 2–3 µg/kg huippuvaikutus saadaan eri ikäryhmissä 30–40 minuutin kuluttua lääkkeen

### **Deksmedetomidiinin käyttö voi johtaa tarpeettoman pitkään sedaatioon lyhyissä kuvantamistutkimuksissa.**

antamisesta ja lapset sedatoituvat tällä annoksella merkittävästi mutta ovat kuitenkin heräteltävissä. Usein saatetaan joutua antamaan pieni määrä toista sedatiivia, kuten propofolia tai tiopentaalia, jotta lapset pysyvät paikallaan koko magneettikuvauksen ajan. Nenän limakalvolle annettava deksmedetomidiini vaikuttaa kuitenkin tavanomaisia rauhoittavia aineita turvallisemmalta keinolta sedatoida lapsia magneettikuvaukseen (5, 6, 19, 26).

Hiljattain on raportoitu, että lasten deksmedetomidiini-sedaatio on mahdollista toteuttaa MRI:ssa myös muiden kuin anestesiaalääkäreiden toimesta. Ruotsalaisessa yli tuhannen lapsipotilaan aineistossa MRI kuvaus onnistui 93 %:ssa tapauksista, kun sedaation toteutti röntgenin henkilökunta ilman anestesiaustausta. Aineistossa ei todettu yhtään vakavaa hättätapahtumaa. (27)

Brittiläisessä lähes 2 000 lapsipotilaan aineistossa sairaanhoitajat toteuttivat MRI-sedaation annostelemalla deksmedetomidiinia joko intranasaalisesti (4 µg/kg) tai laskimoon (3 µg/kg 10 min boluksena), mikäli vasta-aiheita deksmedetomidiinille ei esiintynyt. Laskimosedaation onnistumisprosentti oli 99 % ja intranasaalisen sedaation 95 %. Deksmedetomidiini intranasaaliseen annosteluun liittyi enemmän liikehdintää kuvaussarjojen aikana ja ympäristötekijöiden, kuten melun ja valaistuksen, vähentämisen merkitystä korostettiin sedaation onnistumisen edellytyksenä. Rescue-lääkkeenä käytettiin iv-ryhmässä laskimonsisäisiä 3 µg/kg deksmedetomidiiniboluksia ja intranasaaliryhmässä bukkaalista midatsolaamia. Vakavia hättätapahtumia ei todettu kummassakaan ryhmässä (6).

### **Omat kokemuksemme lasten MRI-kuvantamisesta**

Olemme käyttäneet omissa yksiköissämme lasten MRI-sedaatioon intranasaalista deksmedetomidiinia vuodesta 2016 lähtien. Aiemmin sedaatiot toteutettiin tiopentaalilla, jonka käyttöön ei liittynyt merkittäviä ongelmia. Havaitsimme kuitenkin, että sen jälkeen, kun potilaat alkoivat saada esilääkkeenä intranasaalista deksmedetomidiinia ja tiopentaalin tarve rescue-lääkkeenä väheni radikaalisti, potilaidemme hengityslama väheni (5). Nykyisin MRI-kuvantamisia tehdään meillä samanaikaisesti kahdella magneettilaitteella. Mukana on kaksi valvovaa anestesiahoitajaa ja yksi anestesiaalääkäri, joka valvoo toimintaa MRI-huoneiden ulkopuolelta.

Lapset tulevat elektiivisiin MRI-tutkimuksiin päiväsairaalan kautta. Päiväsairaalan hoitajat annostelevat intranasaalisen deksmedetomidiinin noin 45 minuuttia ennen kuvantamisen alkua ja kanyloivat potilaat valmiiksi samalla kun esilääke alkaa vaikuttaa. Deksmedetomidiinia annostellaan lapsille painon mukaan 3 µg/kg erikseen tarkoitusta varten tehtyä taulukkoa hyödyntäen. On sovittu, että jos lapsella on sydänsairauksia tai muita mahdollisia vasta-aiheita taustatiedoissa, hoitajat konsultoivat anestesiaalääkäriä lääkkeen antamisesta edellisenä päivänä. Kuvauksen jälkeen lapset palaavat päiväsairaalaan jälkivalvontaan, josta he kotiutuvat, kun kotiutus kriteerit täyttyvät.

Itse kuvauksen aikana käytämme tarvittaessa lisälääkkeenä laskimonsisäisiä 1–2 mg/kg tiopentaali-boluksia. Osa potilasta nukkuu hyvin pel-

Taulukko 1. Esimerkkejä deksmedetomidiniin annostelusta radiologisessa kuvantamisessa

Potilasryhmä	Annostelureitti	Esimerkki annostelusta	Vaikutuksen alku	Vaikutuksen kesto <sup>1</sup>
Aikuispotilaat	IV	0,2–1,0 µg/kg/tunti <sup>3</sup>	15–20 min	15–30 min
Aikuispotilaat	IN <sup>2</sup>	1–2 µg/kg	25–40 min	60–120 min
Lapsipotilaat	IV <sup>2</sup>	0,2–1,0 µg/kg/tunti <sup>3</sup>	15–20 min	15–30 min
Lapsipotilaat	IN <sup>2</sup>	2–3 µg/kg	25–40 min	60–120 min

<sup>1</sup>IV-infuusion lopettamisen tai IN-annostelun jälkeen, <sup>2</sup>Off-label käyttö, <sup>3</sup>Aloituserfuusio 0,5–1,0 µg/kg/10 min

källä deksmedetomidinilla, mutta useimmat havahtuvat siirtoon sängystä kuvaustasolle, ja tarvitsevat tuolloin hieman tiopentaalia nukahdaakseen uudelleen.

Omien kokemustemme mukaan potilailla, joilla on haastava ilmatie, deksmedetomidini soveltuu vähäisten hengitysvaikeuksensa vuoksi erityisen hyvin käytettäväksi sedaatioissa, jossa potilas hengittää spontaanisti. Esimerkkinä vaikeaa lastenreumaa sairastava potilas, jolla sekä propofoli että tiopentaali johtivat sedaatiolääkkeenä siihen, ettei ilmatie pysynyt auki. Sedaatio deksmedetomidinilla on sen sijaan onnistunut useamman kerran ongelmitta.

Protokolla, jossa lapset sedatoidaan MRI-tutkimusta varten intranasaalisella deksmedetomidinilla, toimii omassa yksikössämme erinomaisesti. Tiedostamme, että monissa sairaaloissa rajoittava tekijä on vastaavan päiväsaikayksikön puuttuminen. Haittatapahtumia on kuluneen kahdeksan vuoden aikana ollut vähän, vakavia ei yhtäkään. Yleisin haitta, bradykardia, ei pääsääntöisesti edellytä hoitointerventioita (28). Joitakin vuosia sitten yksi leikki-ikäinen potilas sai erehdyksessä kolminkertaisen annoksen intranasaalista deksmedetomidiniä, eli 9 µg/kg. Potilas nukkui varsin pitkään, mutta vitaaliarvot säilyivät moitteettomina. Turussa deksmedetomidiniin intranasaalinen käyttö on koettu sekä henkilökunnan että lasten vanhempien taholta erittäin toimivaksi ja miellyttäväksi sedaatio-  
muodoksi.

### Deksmedetomidiniin turvallisuusprofiili ja käytännön näkökohtia

Virallisia vasta-aiheita deksmedetomidiniin käytölle ovat yliherkkyyksien lisäksi hypotensio, bradykardia, II-III asteen AV-katkos ja äskettäin sairastettu aivoverenkierron häiriö (20). Deksmedetomidini on yleensä hyvin siedetty, mut-

ta tyypillisesti se laskee syketaajuutta 15–20 % lähtötasosta. Lisäksi vastaavan suuruista verenpaineen laskua voidaan nähdä. Suuriin plasman deksmedetomidini-pitoisuuksiin liittyy vaskokonstriktiivisesta vaikutuksesta johtuvaa verenpaineen nousua (14). Nämä ovat yleensä lieviä löydöksiä, jotka palautuvat, kun annosta muutetaan tai infuusio lopetetaan. Yhteiskäyttöä digoksiinin kanssa ei suositella (25).

Deksmedetomidiniin saavia potilaita on seurattava jatkuvasti elintoimintojen osalta kiinnittäen erityistä huomiota sydämen lyöntitiheyteen ja verenpaineeseen. Vähäisistä hengitysvaikeuksista huolimatta jatkuvaa perifeerisen happisaturoation seuranta suositellaan kaikkien kuvantamistoimenpiteiden aikana. Deksmedetomidiniin vaikutukset verenkiertoon ja hengitykseen voimistuvat usein silloin, kun potilas saa jotakin toista sedatiivista deksmedetomidiniin kanssa. Toipumisaika deksmedetomidini-sedaation jälkeen on yleensä lyhyempi kuin käytettäessä bentsodiatsepiinejä tai opioideja, mutta pidempi kuin propofolilla. Emme lapsipotilailta seuraa rutiinisti verenpainetta MRI:n aikana, koska mansetin puristus johtaa herkästi havahtumiseen kevyestä sedaatiosta. Verenpaineen seurannan tarve tulee arvioida potilaskohtaisesti.

Tutkimukset ovat osoittaneet, että jatkuvat deksmedetomidini-infuusiot nopeudella 0,2–1,0 µg/kg/h ovat yleensä hyvin siedettyjä ja tehokkaita ylläpitämään sedaatiota kuvantamistoimenpiteiden aikana aikuispotilailla, mutta usein alkuun tarvitaan 10 min aikana annettava 1 µg/kg latausannos. Lapsipotilailta tarvittavat annokset ovat hieman aikuispotilaita suurempia. Taulukossa 1 on esitetty esimerkkejä deksmedetomidiniin annoksista lapsi- ja aikuispotilailta.

Jos potilaalla epäillään akuuttia kallonsisäistä vammaa,

ja erityisesti, jos potilaan tajunta on alentunut, tulee deksmedetomidiniin käyttöön suhtautua

&gt;&gt;

pidättyväisesti. Tuolloin voi olla turvallisempaa intuboida potilas kontrolloidun ventilaation mahdollistamiseksi ja aspiraation estämiseksi. Kommootio-potilailla tajunnan tason seuranta vaikeutuu deksmedetomiiniin pitkän vaikutusajan vuoksi, ja tästä syystä ei ole suositeltavaa sedatoida pään vamman saaneita potilaita akuutissa vaiheessa deksmedetomiiniinilla tai muillakaan pitkävaikutteisilla sedatiiveilla.

Vaikka deksmedetomiiniin käytöllä on monia etuja, se ei sovellu ainoana sedatiivina toimenpiteisiin, jotka vaativat syvää sedaatiota tai anestesiaa. Lisäksi deksmedetomiiniin vaikutus alkaa hitaammin kuin bentsodiatsepiinien, propofolin ja tiopentaalin, mikä voi johtaa tarpeettoman pitkään sedaatioon lyhyissä kuvantamistutkimuksissa, kuten CT:ssa. Mikäli CT vaatii sedaatiota, on suositeltavaa käyttää esimerkiksi propofoli-bolusta olettaen, että paastoaika täyttyy ja sedaatio on turvallista toteuttaa vallitsevissa olosuhteissa.

## Lopuksi

Deksmedetomiiniin käyttö kuvantamistutkimusten ja -toimenpiteiden sedaatioissa on lisääntynyt. Tutkimusten mukaan deksmedetomiini tarjoaa etuja perinteisiin aineisiin, kuten propofoliin ja bentsodiatsepiineihin verrattuna, mikä näyttäytyy potilaan ko-operaationa ja vaikutuksena hengitykseen. Tutkimuksia deksmedetomiiniin käytöstä erityisesti aikuispotilaiden radiologisessa kuvantamisessa kuitenkin tarvitaan. Deksmedetomiiniin tulisi jatkossa verrata myös uudempaan rauhoittaviin aineisiin, kuten remimatsolaamiin. Lisätutkimusten ja kustannusten alenemisen myötä deksmedetomiiniin käyttö tulee todennäköisesti lisääntymään kuvantamistutkimuksissa maailmanlaajuisesti. ■

## Viitteet

- Munn Z, Jordan Z. Interventions to reduce anxiety, distress and the need for sedation in adult patients undergoing magnetic resonance imaging: a systematic review. *Int J Evid Based Healthc* 2013; 11:265–74.
- Lyu X, Tao Y, Dang X. Efficacy and Safety of Intranasal Dexmedetomidine vs. Oral Chloral Hydrate for Sedation in Children Undergoing Computed Tomography/Magnetic Resonance Imaging: A Meta-Analysis. *Front Pediatr* 2022; 10:872900. DOI: 10.3389/fped.2022.872900
- Inserra E, Colella U, Caredda E, ym. Safety and effectiveness of intranasal dexmedetomidine together with midazolam for sedation in neonatal MRI. *Paediatr Anaesth* 2022; 32: 79–81.
- Loh PS, Ariffin MA, Rai V, ym. Comparing the efficacy and safety between propofol and dexmedetomidine for sedation in claustrophobic adults undergoing magnetic resonance imaging (PADAM trial). *J Clin Anesth* 2016; 34: 216–22.
- Uusalo P, Lehtinen M, Löyttyniemi E, ym. Premedication with intranasal dexmedetomidine decreases barbiturate requirement

- in pediatric patients sedated for magnetic resonance imaging: a retrospective study. *BMC Anesthesiol* 2019; 19:22.
- Lin R, Lin H, Elder E, ym. Nurse-led dexmedetomidine sedation for magnetic resonance imaging in children: a 6-year quality improvement project. *Anaesthesia* 2023; 78: 598–606.
  - Arnold P, Sanaulla S, Hampson LV, ym. Study to evaluate the optimal dose of remifentanyl required to ensure apnea during magnetic resonance imaging of the heart under general anesthesia. *Paediatr Anaesth* 2021; 31: 548–556.
  - Gyanesh P, Haldar R, Srivastava D, ym. Comparison between intranasal dexmedetomidine and intranasal ketamine as premedication for procedural sedation in children undergoing MRI: a double-blind, randomized, placebo-controlled trial. *J Anesth* 2014; 28: 12–18.
  - Sury MR, Harker H, Thomas ML. Sevoflurane sedation in infants undergoing MRI: a preliminary report. *Paediatr Anaesth* 2005; 15: 16–22.
  - Kallio A, Aantaa R. Deksmedetomiiniin synty. *Finnanest* 2012; 45: 122–7.
  - Møller MH, Alhazzani W, Lewis K, ym. Use of dexmedetomidine for sedation in mechanically ventilated adult ICU patients: a rapid practice guideline. *Intensive Care Med* 2022; 48: 801–810.
  - Su X, Meng ZT, Wu XH, ym. Dexmedetomidine for prevention of delirium in elderly patients after non-cardiac surgery: a randomised, double-blind, placebo-controlled trial. *Lancet*. 2016; 388: 1893–1902.
  - Chang C, Uchiyama A, Ma L, ym. A comparison of the effects on respiratory carbon dioxide response, arterial blood pressure, and heart rate of dexmedetomidine, propofol, and midazolam in sevoflurane-anesthetized rabbits. *Anesth Analg* 2009; 109: 84–9.
  - Ebert TJ, Hall JE, Barney JA, ym. The effects of increasing plasma concentrations of dexmedetomidine in humans. *Anesthesiology*. 2000; 93:382–94.
  - Hall JE, Uhrich TD, Barney JA, ym. Sedative, amnestic, and analgesic properties of small-dose dexmedetomidine infusions. *Anesth Analg* 2000; 90: 699–705.
  - Jakob SM, Ruokonen E, Grounds RM, ym. Dexmedetomidine vs midazolam or propofol for sedation during prolonged mechanical ventilation: Two randomized controlled trials. *JAMA* 2012; 307: 1151–60.
  - Weerink MAS, Struys MMRF, Hannivoort LN, ym. Clinical pharmacokinetics and pharmacodynamics of dexmedetomidine. *Clin Pharmacokinet* 2017; 56: 893–913.
  - Flexman AM, Wong H, Riggs KW, ym. Enzyme-inducing anticonvulsants increase plasma clearance of dexmedetomidine: A pharmacokinetic and pharmacodynamic study. *Anesthesiology* 2014; 120: 1118–25.
  - Uusalo P, Guillaume S, Siren S, ym. Pharmacokinetics and Sedative Effects of Intranasal Dexmedetomidine in Ambulatory Pediatric Patients. *Anesth Analg* 2020; 130:949–957.
  - European Medicines Agency. Dexdor EPAR – Product Information (SPC). Amsterdam: EMA 2022.
  - Richa F, Chalhoub V, Dagher C, Yazbeck PH. Dexmedetomidine sedation for a claustrophobic patient with obstructive sleep apnea undergoing magnetic resonance imaging. *J Clin Anesth*. 2015; 27: 698–9.
  - Jung J, Kang Y, Chae WS, Chung YH. Sedation for magnetic resonance imaging in the prone position - A report of four cases. *Anesth Pain Med (Seoul)* 2022; 17: 286–290.
  - Loh PS, Ariffin MA, Rai V, ym. Comparing the efficacy and safety between propofol and dexmedetomidine for sedation in claustrophobic adults undergoing magnetic resonance imaging (PADAM trial). *J Clin Anesth* 2016; 34: 216–22.
  - Semenas E, Lönnemark M, Dahlman P, ym. Analgesic effects of dexmedetomidine and remifentanyl on periprocedural pain during percutaneous ablation of renal carcinoma. *Ups J Med Sci* 2020; 125: 52–57.
  - Tobias JD. Dexmedetomidine: Applications in pediatric critical care and pediatric anesthesiology. *Pediatr Crit Care Med* 2007; 8: 115–31.
  - Chandrasekar S, Dwivedi B, Das RR, ym. Comparison of oral triclofos and intranasal midazolam and dexmedetomidine for sedation in children undergoing magnetic resonance imaging (MRI): an open-label, three-arm, randomized trial. *Eur J Pediatr* 2023; 182: 1385–1391.
  - Karlsson J, Lewis G, Larsson P, ym. Intranasal dexmedetomidine sedation for paediatric MRI by radiology personnel: A retrospective observational study. *Eur J Anaesthesiol* 2023; 40: 208–215.
  - Mason KP, Lönnqvist PA. Bradycardia in perspective—not all reductions in heart rate need immediate intervention. *Paediatr Anaesth* 2015; 25: 44–51.