ULTRAGARSINIO TYRIMO PANAUDOJIMAS PEDIATRINĖJE ANESTEZIJOJE

Asta Mačiulienė, Tautvydas Baranauskas, Goda Simanavičiūtė, Andrius Macas

Lietuvos sveikatos mokslų universiteto Anesteziologijos klinika

Raktažodžiai: pediatriinė anestezija, ultragarsinis tyrimas, centrinės venos kateterizacija, periferinės venos kateterizacija, venų iešiklis, intubacija, endotrachėjinis vamzdelis, plaučių slankiojimo požymis, aspiracijos rizika, vaikai, naujagimiai.

Santrauka

Literatūroje aprašoma vis daugiau UG tyrimo panaudojimo galimybių pediatriinėje anesteziologijoje, padedančių išvengti su anestezija susijusių komplikacijų. Straipsnyje analizuojama mokslinė literatūra, kurioje apžvelgiamas UG tyrimo panaudojimas perioperaciniu laikotarpiu atliekant kraujagyslių kateterizaciją, vertinant endotrachėjinio vamzdelio padėtį ir nustatant aspiracijos riziką vaikų populiacijoje. Literatūros šaltinių paieška atlikta mokslinėse elektroninėse duomenų bazėse, naudojant raktinius žodžius ir jų derinius. Nustatyta, kad UG tyrimas padeda lengviau kateterizuoti centrinės bei periferinės kraujagysles ir išvengti su procedūra susijusių komplikacijų. Kvėpavimo takų ultragarsinis tyrimas padeda parinkti tinkamą endotrachėjinio vamzdelio dydį ir optimizuoti endotrachėjinio vamzdelio gylį kvėpavimo takuose. Skrandžio ultragarsinis tyrimas padeda aptikti pacientų padidėjusią aspiracijos riziką. Išvada. UG tyrimas yra patikima diagnostikos priemonė vaikų anestezijoje, padedanti laiku nustatyti pakitimus, pagerinti procedūrų saugumą ir pacientų gydymo rezultatus.

Išvada

Pediatriinėje anesteziologijoje dėmesys sutelkiamas į paciento komfortą bei saugumą, todėl vis dažniau į pagalbą pasitelkiami vaizdiniai metodai, įgalinantys nustatyti bei įvertinti galimą riziką, susijusią su atliekamomis procedūromis bei leidžiantys sklandžiau jas atlikti. Ultragarsinis tyrimas (UG) yra neinvazyvus, lengvai prieinamas ir santykinai greitai atliekamas, gelbstintis operacinėje. Šiomis dienomis literatūroje aprašoma vis daugiau UG tyrimo panaudojimo galimybių, padedančių išvengti su anestezija

susijusių komplikacijų. Šiame straipsnyje apžvelgiame UG tyrimo panaudojimą vaikams, atliekant kraujagyslių kateterizaciją, vertinant tinkamą endotrachėjinio vamzdelio padėtį bei nustatant aspiracijos riziką perioperaciniu laikotarpiu.

Tyrimo tikslas – atlikti sisteminę literatūros šaltinių duomenų analizę ir apžvelgti naujas UG tyrimo panaudojimo galimybes pediatriinėje anesteziologijoje.

Uždaviniai: 1. Įvertinti UG kontroliuojamos centrinės bei periferinės venų kateterizacijos sėkmingumą, lyginant su anatominių orientyrų bei kitais metodais. 2. Išanalizuoti UG tyrimo panaudojimą kvėpavimo takų įvertinimui, endotrachėjinio vamzdelio parinkimui bei pozicionavimui kvėpavimo takuose. 3. Išanalizuoti skrandžio UG tyrimo panaudojimą aspiracijos rizikos vertinimui.

Tyrimo objektas ir metodai

Literatūros paieška atlikta mokslinėse elektroninėse PubMed, Cochrane, UpToDate, Medline duomenų bazėse. Duomenų analizei pasirinkti straipsniai nuo 2015 iki 2021 metų. Iš viso atlikta 23 tekstų analizė (1 pav.). Straipsnyje pateikiami apibendrinti jų sisteminės analizės rezultatai.

Įtraukimo kriterijai: 1. Atitinka raktinius žodžius: pediatriinė anestezija, ultragarsinis tyrimas, centrinės venos kateterizacija, periferinės venos kateterizacija, venų iešiklis, intubacija, endotrachėjinis vamzdelis, plaučių slankiojimo požymis, aspiracijos rizika, vaikai, naujagimiai. 2. Tyrimai atlikti įtraukiant vaikų populiaciją. 3. Tyrimai atlikti ne anksčiau kaip 2015 metais. 4. Publikacijos anglų kalba.

Tyrimo rezultatai

Periferinių venų paieška. Daugumai vaikams atliekamų anesteziologinių ar chirurginių procedūrų reikalinga intra-veninė prieiga, todėl dažniausiai kateterizuojama periferinė vena. Atliekant periferinės venos kateterizaciją, neretai venų neįmanoma nei matyti, nei apčiuopti, ypač kūdikių ir naujagimių. Kateterizaciją gali sunkinti daugelis veiksnių, įskaitant paciento amžių, odos spalvą, kūno sandarą, kaniulės dydį, patalpos apšvietimą, procedūros vykdytojo patirtį ir kt.

1 pav. Apžvalgai tinkamų publikacijų atranka

Nepavykus užtikrinti intraveninės prieigos, gali prireikti invazyvesnių metodų, įskaitant centrinės venos ar intraosalinę kateterizaciją, keliančią papildomų komplikacijų riziką [1]. Nesėkminga periferinių venų kateterizacija ir su ja susijusios komplikacijos sukelia diskomfortą pacientams ir jų tėvams [2], todėl sudėtingesniais periferinių venų kateterizacijos atvejais galima pasitelkti vaizdinius metodus, padedančius greičiau ir sėkmingiau atlikti procedūrą.

Vienas iš pagrindinių vaizdinių metodų, tinkamų periferinių venų punkcijai – dinaminis UG tyrimas, kurio metu stebimas adatos galiukas, stumiant kateterį į periferinę veną. Kad venos kuo geriau prisipildytų kraujo, procedūra atliekama uždėjus turniketą ant galūnės. UG aparatu apžiūrimas paviršinės venos skersinis pjūvis ir surandama tinkamiausia kateterizacijos vieta. Prieš atliekant punkciją, siekiant atskirti veną nuo arterijos, tikslinga naudoti Doplerio režimą arba kraujagyslės suspaudimo davikliu metodą. Adata statmenai UG davikliui nukreipiama link kraujagyslės ir matoma monitoriaus ekrane kaip hiperechogeniškas taškas. Nejudinant adatos, daviklis slenkamas nuo operatoriaus tol, kol išnyksta skersinis adatos galiuko vaizdas. Stabilizavus daviklį, adata slenkama toliau, kol vėl monitoriaus ekrane matoma kaip hiperechogeniškas taškas. Procedūra kartojama tol, kol adatos galiukas patenka į kraujagyslės spindį. Kitas būdas punktuoti kraujagyslę – stebint ją ilgojoje ašyje. Procedūrą atliekant šiuo būdu, matomas visas adatos ilgis, tačiau naudojant trumposios ašies metodą stebimas ženkliai mažesnis atstumas tarp adatos galiuko ir pasirinktos kraujagyslės spindžio [3,4]. 2019 m. A. Vinograd ir kolegų [5] atliktame atsitiktinių imčių tyrimo, kuriame dalyvavo 167 pacientai,

nustatyta, kad pataikymo iš pirmo karto dažnis buvo ženkliai didesnis naudojant UG, lyginant su rankų venų palpavimo technika (atitinkamai 85,4 ir 45,8 proc.). Be to, tame pačiame tyrime pastebėta, kad UG pagalba įstumti intraveniniai kateteriai išlieka ilgiau, nei tai atliekant tradiciniu būdu (atitinkamai 7,3 ir 2,3 d.), nors komplikacijų atžvilgiu skirtumas tarp grupių nenustatytas, naudojant UG tyrimą tėvų pasitenkinimas procedūros atlikimu buvo ženkliai didesnis.

Siekiant pagerinti periferinių venų vizualizavimą ir išvengti ilgai trūkančios kaniuliacijos, galima pasitelkti venų iešiklį. Tai portabili, saugi, nekontaktinė venų vaizdavimo priemonė, paremta artima NIR (angl. Near-infrared) infraraudoniesiems spinduliams šviesa. Mažas NIR šviesos šaltinis naudojamas apšviesti punkcijos vietą, o NIR jautri kamera apdoroja NIR šviesą ir ekrane arba tiesiogiai odos paviršiuje projektuoja 2 dimensijų venų vaizdą [6]. Šis metodas suteikia informacijos apie venų vingiuotumą, padeda vaizduoti palpuojamas, bet akimi nematomas venas, tačiau nesuteikia duomenų apie kraujagyslės gylį. 2011 m. atliktame tyrime [7], kuriame dalyvavo 125 vaikai iki 6 metų, nustatyta, kad pasitelkiant venų iešiklį, nesėkmingo pirmojo bandymo dažnis sumažėjo nuo 13 iki 2 procentų. Vis dėlto, naujesniuose tyrimuose teigiama, kad praktikoje NIR šviesos prietaisai nedaro didelės įtakos punkcijos rezultatams ir nauda yra daugiau teorinė. 2016 m. atliktos metaanalizės duomenimis, NIR šviesos prietaisų panaudojimas nesumažina nesėkmingo pirmo bandymo dažnumo [8]. Kituose tyrimuose antrinama, kad šios technologijos panaudojimas nesutrupina procedūros atlikimo laiko ir nesumažina bandymų kiekio [6,9]. Analizuotų tyrimų rezultatai pateikti 1 lentelėje.

Apžvelgus analizuotą literatūrą pastebėta, jog venų iešiklio panaudojimas nepagerina sėkmingos kaniuliacijos iš pirmo karto dažnumo ir nesumažina pro-

cedūros trukmės [9-11]. Standartinis metodas, kuris remiasi periferinių venų anatomijos žiniomis, vizualizacija, čiupimu ir procedūros vykdytojo patirtimi, išlieka tikslesnis ir greičiau atliekamas metodas, lyginant su NIR prietaisais. Vis dėlto, D. Demir ir kolegų [12] tyrimo duomenimis, nustatytas venų ieškiklio pranašumas, lyginant su standartiniu metodu. Tam įtakos gali turėti venų vizualizavimo prietaisų tobulėjimas, skirtingi modeliai, procedūros vykdytojo patirtis ir kiti veiksniai. Tuo remiantis reikėtų giliau išanalizuoti NIR prietaisų panaudojimą sudėtingų kaniuliacijų atvejais. Standartinį periferinių venų kateterizacijos metodą lyginant su UG kontrolėje atliekamu metodu, stebimi varijuojantys rezultatai. 2 iš 3 analizuotų straipsnių nustatyta, jog pirmo pataikymo dažnis naudojant UG yra didesnis, nei standar-

tinio metodo atveju ir svyruoja nuo 84 iki 90 procentų, tuo tarpu atliekant standartiniu būdu – nuo 51 iki 60 procentų [4,13]. J. Takeshita ir kolegų [14] tyrimo, atlikto su jaunesniais nei 2 metų vaikais, duomenimis, pirmo pataikymo dažnumas didesnis naudojant dinaminę UG techniką, nei vaizduojant adatą statiniu trumposios ašies metodu (atitinkamai 86,7 ir 60 proc.). Vis dėlto, periferinių venų kateterizacija trumpiausiai atliekama standartiniu metodu, lyginant tiek su UG, tiek su NIR prietaisų metodais [4,11,13].

Centrinių venų paieška. Centrinės venos kateteriai (CVK) dažnai naudojami vaikų ir naujagimių diagnostikos ir gydymo procedūroms: hemodinamikos stebėsenai, vaistų suleidimui, skysčių ir kraujo produktų lašinimui, hemodializei, kraujo paėmimui ir parenterinei mitybai [15].

1 lentelė. Tyrimai, nagrinėjantys NIR ir UG metodų taikymą vaikų periferinių venų paieškai.

Autorius	Tyrimo tipas	Imtis	Amžius	Pirmo pataikymo dažnis (proc.)			Trukmė (s)		
				NIR	UG	standartinis metodas	NIR	UG	standartinis metodas
A. Rothbart et al. BMC Res Notes (2015)	Retrospektyvinis tyrimas	238	0-17 m.	44,7	-	72,6	120	-	60
							Laiko iki sėkmingos kaniuliacijos mediana		
N. Gopalasingam et al. Acta Anaesthesiologica Scandinavica (2017)	Atsitiktinių imčių tyrimas	50	<4 m.	-	84	60	-	192	102
							Kateterizacijos trukmės mediana		
S. Hanada et al. Anaesthesia (2017)	Atsitiktinių imčių tyrimas	102	0-47 mėn.	-	90	51	-	235	151
							Laiko iki sėkmingos kaniuliacijos mediana		
D. Demir et al. Pediatric Emergency Care (2017)	Atsitiktinių imčių tyrimas	129	3-18 m.	91,7	-	47,7	37,24±20,07	-	172,65±153,21
							Procedūros trukmė nuo turniketo uždėjimo iki sėkmingos kaniuliacijos		
S. Çağlar et al. The Journal of Perinatal and Neonatal Nurs (2019)	Atsitiktinių imčių tyrimas	60	32-37 sav.	80	-	86,7	-	-	-
M. Eikhunovich et al. The Journal of Vascular Access (2017)	Retrospektyvinis tyrimas	1051	0-23 m.	56,4	63	75,6	-	-	-

CVK gali būti įstumiamas centralizuotai viršraktikaulinėse ar poraktikaulinėse srityse (poraktinė vena, vidinė jungo vena), kirkšnyje (šlaunies vena) ar periferiškai - į pažastinę, galvinę, karališkąją ar paviršinę šlaunies venas [16]. Centrinės venos (CV) kateterizacija tradiciškai atliekama pasitelkiant anatominius orientyrus bei čiuopiant šalia esančias arterijas. Priešingai nei anatominių orientyrų metodu, UG pagalba galima vizualizuoti kraujagysles ir suteikti informacijos apie anatomines variacijas, venų matmenis, gylį ir taip potencialiai išvengti arterijos punkcijos ar nesėkmingos kateterizacijos [17]. CV kateterizacija siejama su sunkiomis komplikacijomis (infekcija, trombozė, embolizacija, pneumotoraksas, nervų pažeidimas ar arterijos pradūrimas), kurios daug dažniau pasireiškia esant didesniai procedūros atlikimo bandymų skaičiui. Kai CVK stumiamas kontroliuojant UG, reikšmingai rečiau pasitaiko nesėkminga

kaniuliacija ir su procedūra susijusių komplikacijų [15,18].

Atliekant CV kateterizaciją pediatrijoms pacientams dažnai pasirenkamos poraktinė ar žastinė galvos venos (ŽGV). Tai lemiantys veiksniai: 1) lengvesnis prieinamumas nei prie vidinės jungo venos (VJV) kūdikiams su trumpais kaklais ar esant kaklo edemai, 2) išlieka platus diametras, nepaisant hemodinamikos ar respiracinių pokyčių, 3) patogesnė ilgalaikiai kateterizacijai, 4) mažesnė kateterio užteršimo orofaringine flora tikimybė [19]. ŽGV kamienas gali būti lengvesnis taikinytis dėl platesnio diametro ir rečiau pasitaikančios atsitiktinės pleuros punkcijos [20]. ŽGV kateterizacija siejama su mažesne trombozių bei infekcijų rizika, lyginant su kitų centrinių venų kateterizacija (atitinkamai 5,4 ir 16,4 proc.) [21]. Kaniuliacijai dažniau pasirenkama kairioji ŽGV, kadangi ji yra storesnė ir beveik dvigubai ilgesnė už dešiniąją. Kairiosios ŽGV trūkumas – kairėje pusėje esantis krū-

2 lentelė. Tyrimai, nagrinėjantys UG tyrimo panaudojimą parenkant tinkamą EV dydį ir nustatant EV padėtį.

AOM – anatominių orientyrų metodas.

Autorius	Tyrimo tipas	Tiriamųjų amžius	Imtis	CVK vieta	Bendras sėkmingos kateterizacijos dažnis, %		Pirmo pataikymo dažnis, %		Atsitiktinis arterijos pradūrimo dažnis, %		Trukmė
					AOM	UG	AOM	UG	AOM	UG	
Brass P. et al. The Cochrane Collaboration (2015)	Metaanalizė	Vaikai - suaugusieji	5108	VJV	85	95,2	54,5	85,6	8,4	2,4	UG kontrolėje procedūra atlikta 62 s greičiau
Brass P. et al. The Cochrane Collaboration (2015)	Metaanalizė	Vaikai - suaugusieji	2341	V. femoralis	84,7	94	54,6	94,5	13,4	5,4	-
Brass P. et al. The Cochrane Collaboration (2015)	Metaanalizė	Vaikai - suaugusieji	2341	V. Subclavia	89,9	94,4	68,6	74,1	5,5	1,2	UG kontrolėje procedūra atlikta 10 s greičiau
TH de Souza et al. Pediatrics (2018)	Metaanalizė	< 18 m.	3995	VJV, V. subclavia, V. femoralis	80,8	90,9	-	-	8,4	5,4	UG kontrolėje procedūra atlikta per trumpesnę laiko tarpą
Christine S.M. Lau et al. Pediatric Research (2016)	Metaanalizė	< 18 m.	760	VJV, V. subclavia, V. femoralis	68,2	92,1	-	-	16,8	4,6	UG kontrolėje procedūra atlikta 72 s greičiau
P.F. Pietroboni et al. Medicina Intensiva (2019)	Multicentrinis atsitiktinių imčių tyrimas	7d- 15m	99	V. femoralis	51	84	18	42	25	10	-

3 lentelė. Tyrimai, nagrinėjantys UG tyrimo panaudojimą parenkant tinkamą EV dydį ir nustatant EV padėtį.

Autorius	Tyrimo tipas	Amžius	Imtis	Rezultatai	Lyginama
Tinkamo EV parinkimas					
S. Singh et al. Saudi Journal of Anesthesia (2019)	Vienmomentinis tyrimas	12-60 mėn.	100	Tinkamas EV dydis tiksliausiai parenkamas matuojant trachėjos diametrą UG pagalba - atitiko 100 proc. atvejų.	Tinkamas EV dydis, matuojant pagal kairiosios plaštakos mažylį dydį – 98 proc.; pagal kairiosios plaštakos dydį – 97 proc.; pagal formulę, kuri paremta amžiumi – 95 proc.; pagal formulę, kuri paremta ūgiu – 81 proc.
R. Pillai et al. Annals of Cardiac Anaesthesia (2018)	Prospektyvinis tyrimas	< 5 m.	51	Tinkamo EV parinkimas UG apskaičiuojant minimalų skersinį po gerklo mis esančios trachėjos dalies diametrą buvo sėkmingas 97,8 proc. atvejų.	Tinkamas EV dydžio parinkimas, remiantis amžiumi paremta Cole'o formule -27,5 proc. atvejų.
J.G. Sutagatti et al. Journal of Clinical and Diagnostic Research (2017)	Prospektyvinis tyrimas	1,5-14 m.	75	EV su manžete ar be manžetės parinkimas, remiantis UG tyrimu buvo optimalus 89 proc. atvejų.	Remiantis amžiaus formule optimalus EV su manžetedydis parinktas 75,38 proc. atvejų, pagal formulę, kuri paremta ūgiu – 38,46 proc. atvejų.
D. Altun et al. Turkish Journal of Anesthesiology and Reanimation (2016)	Galimybių studija	1-10 m.	50	Tinkamas EV su manžete parinkimas UG išmatuojant po gerklo mis esančios trachėjos dalies diametrą nustatytas 86 proc. atvejų.	-
EV padėties nustatymas					
				Rezultatai	Atlikimo metodika
D. Ramsingh et al. Journal of Clinical Medicine (2020)	Galimybių studija	8sav. -10 m.	41	Stebima stipri koreliacija tarp UG tyrimo su plaučių ir fluoroskopijos, $r=-0,7575$. 85 proc. atvejų, įvertinimas, naudojant trachėjos UG trunka 3 min.	Vertinamas trachėjos UG ir abipusis plaučių slankiojimo požymis
S. G. Sooragonda et al. European Journal of Anaesthesiology (2020)	Galimybių stebėjimo studija	6mėn. -6 m.	100	UG tyrimo jautrumas – 95,4 proc., specifiskumas – 42,9proc. Auskultacijos metodo jautrumas – 96,9 proc., specifiskumas – 8,6 proc.	Vertinamas abipusis plaučių slankiojimo požymis
A.Uya et al. Pediatric Critical Care Medicine (2020)	Prospektyvinis stebėjimo tyrimas	2 mėn -18 m.	60	EV manžetės vizualizavimas ties jungo duobe tinkamą EV pozicionavimą, patvirtintą krūtinės ląstos rentgenograma, atitiko 95 proc. atvejų.	Vertinama EV manžetės lokalizacija ties jungo duobe
J.H. Ahn et al. British Journal of Anaesthesia (2019)	Prospektyvinis atsitiktinių imčių tyrimas	<24 mėn.	74	Optimalus EV pozicionavimas, remiantis UG tyrimu, nustatytas 87proc. atvejų, o auskultacijos metodu - 65 proc. atvejų.	Vertinamas abipusis plaučių slankiojimo požymis
K. Najib et al. Indian Pediatrics (2017)	Vienmomentinis tyrimas	1-64 d.	40	Stebima stipri koreliacija tarp UG tyrimo ir rentgeno tyrimo $r^2=0,61$, Laiko vidurkis nuo intubacijos iki rentgeno tyrimo – 2val., o įvertinimo UG trukmė <5min.	Vertinamas atstumas nuo EV galo iki karinos (dešinėsios plaučių arterijos)
R. Chowdhry et al. Journal of Perinatology (2015)	Prospektyvinis stebėjimo tyrimas	23-41 sav.	29(56 U G tyrimai)	UG tyrimo ir krūtinės ląstos rentgenogramos atitikimas, vertinant optimalią EV padėtį, nustatytas 95 proc. atvejų	Vertinamas atstumas nuo EV galo iki karinos (aortos lanko)

tininis latakas, kurio punkcija gali sukelti chilotoraksą [22].

Atsižvelgiant į mažesnę pneumotorakso tikimybę, CV kateterizacija gali būti atliekama per VJV. Suaugusiųjų kaniuliacijai dažniau pasirenkama dešinioji VJV dėl platesnio diametro, tiesesnės kraujagyslės eigos, žemesnio dešinės pleuros kupolo, krūtininio latakų nebuvimo dešinėje ir santykinai lengvesnio priėjimo dešiniarankiam gydytojui [23,24]. VJV kateterizacija siejama su didesne arterijos pradūrimo ir infekcinių komplikacijų rizika, tačiau ją galima reikšmingai sumažinti, pasitelkiant UG tyrimą. Cochranemetaanalizėje, į kurią įtraukti tyrimai su vaikais ir su suaugusiais nustatyta, kad UG kontroliuojamą VJV kateterizaciją lyginant su anatominio orientyrų technika, bendras komplikacijų skaičius sumažėjo 71 proc., arterijos punkcija komplikavosi 72 proc. rečiau, sumažėjo kateterizacijų bandymų skaičius, o sėkmingos kateterizacijos laikas sutrumpėjo 30,5 s [25]. VJV lengvai vizualizuojama UG tyrimu, tačiau procedūra gali būti sunkiai atliekama kūdikiams dėl daviklio pozicionavimo labai ribotoje erdvėje bei lengvai suspaudžiamų venų [20].

Kita centrinė kraujagyslė, tinkama CVK – šlaunies vena. Jos kateterizacija pasižymi mažesniu mechaninių komplikacijų (hemotorakso, pneumotorakso) ar vietinių hematomų dažnumu. Centrinis kateteris šlaunies venoje yra nepatogus pacientui, o ilgalaikė šios venos kateterizacija siejama su didesne trombozių ir infekcijos rizika. Nepaisant minėtų trūkumų, šlaunies venos kateterizacija labiausiai tinkama gaivinimo metu, nes užtikrina lengvą priėjimą ir netrukdo kvėpavimo takų manipuliacijai bei gaivinimo veiksmams. Ypač ji tinkama pediatriiniams pacientams, ruošiamiems širdies chirurgijai [26]. Šlaunies venos vizualizacija naujagimiams ir kūdikiams gali būti sudėtinga, kadangi kirkšnies sritis yra mažiau echogeniška, lyginant su kaklo sritimi. Dėl šios priežasties tikslinga naudoti Doplerio režimą ar vaizdo mastelio didinimo funkciją [20]. Pagrindiniai analizuotų tyrimų rezultatai pateikti 2 lentelėje.

Apibendrinant tyrimų [15,25,27,28] rezultatus, bendroje populiacijoje ir atskirai pediatriinių pacientų populiacijoje nustatyta, kad UG kontroliuojama centrinės venos kateterizacija sėkminga ne mažiau nei 90 proc. atvejų. Tai yra apie 10 proc. geresnis rezultatas, lyginant su anatominio orientyrų metodu. Komplikacijų pasireiškimo dažnumas, akcentuojant arterijos pradūrimą, taip pat pasireiškė 1,5-3 kartus rečiau. Arterijos pradūrimas siejamas su sunkiomis antrinėmis komplikacijomis: insultu, masyviu kraujavimu, pseudoaneurizmu, todėl ši komplikacija yra ypač vengtina [29]. Beveik visuose analizuotuose tyrimuose, kuriuose vertinta procedūros trukmė, nustatyta, kad UG kontroliuojama procedūra atliekama trumpiau. Tai gali būti aktualu kritinių būklių metu, kai intraveninė prieiga būtina nedelsiant. Objektyviai palyginti centrinės kraujagysles pagal

tinkamumą kateterizacijai – sudėtinga, kadangi 2015 m. metaanalizėje lyginti rezultatai bendroje populiacijoje [15]. Tik su pediatriiniais pacientais atliktų tyrimų metaanalizėje centrinės venos tarpusavyje nepalygintos [27].

Kvėpavimo takų įvertinimas. Vienas iš svarbiausių saugios anestezijos veiksnių – tinkamas endotrachėjinio vamzdelio (EV) pozicionavimas kvėpavimo takuose. Kapnografija, kurios metu nustatoma CO₂ koncentracija iškvėpiamame ore, yra dažniausiai naudojamas ir tiksliausias EV įstūmimo į kvėpavimo takus metodas. Šiuo metodu sunku aptikti endobronchinę intubaciją, galinčią sukelti sunkias komplikacijas, tokias kaip atelektazė, hipoksemija, hiperinflacija ir barotrauma. Retais atvejais, atsitiktinai įstūmus EV į stemplę, stebima keletas kliniškai klaidinančių kapnogramų dėl susikaupusio oro skrandyje, ventiliuojant pacientą prieš intubaciją. Tiksliausias metodas, patvirtinantis tinkamą endotrachėjinio vamzdelio padėtį – krūtinės ląstos rentgenograma, tačiau šis tyrimas sunkiai prieinamas operacinėje. Siekiant aptikti intubaciją į vieną bronchą, dažniausiai atliekamas klininis tyrimas, stebint krūtinės ląstos judesių simetriškumą bei auskultuojant plaučius. Nepaisant nenuginčijamos paciento klininio vertinimo svarbos, remiantis tik klinikiniais duomenimis, yra didelė rizika neaptikti endobronchinės intubacijos. S. Vergheze ir kolegos [30] nustatė, kad auskultacijos metodu patvirtinus abipusį plaučių alsavimą, net 31 proc. pacientų EV padėtis buvo netinkama. Pediatriiniams pacientams labai svarbu EV įstumti iki tinkamo gylio, nes pozicionuojant pacientą operacijai, anatomiškai trumpesnė vaikų trachėja didina riziką dislokuoti EV į bronchą arba neplanuotai ekstubuoti pacientą. Be to, naujagimiams vengiama EV manžetės išpūtimo, siekiant apsaugoti nuo trachėjos gleivinės pažaidos, galinčios sukelti stenozę pooperaciniu laikotarpiu.

Vienas tiksliausių ir prieinamiausių anesteziologui tyrimų, leidžiančių nustatyti tinkamą EV padėtį perioperaciniu laikotarpiu – UG tyrimas. Jis atliekamas aukšto dažnio linijiniu davikliu ir pirmiausia dedamas skersinėje plokštumoje 2 cm virš jungo duobės, siekiant įsitikinti, kad EV įstumtas į trachėją. Stemplinės intubacijos metu dėl EV stemplės išsiplečia ir suplonėja jos raumeninis sluoksnis – šie pokyčiai UG tyrime nustatomi „dvigubo trakto“ požymiu (angl. doubletractsign). Patvirtinus trachėjos intubaciją, siūloma pasukti UG daviklį 90° kampu ir nustatyti EV manžetės padėtį žiedinės kremzlės atžvilgiu. Kitame etape UG daviklis dedamas abipus priekinėje krūtinės ląstos sienoje išilgai vidurinės raktikaulio linijos ties 3 tarpšonkauliniu tarpu, nustatant pleuros slankiojimą abipus [31]. J. Ahn ir kolegos atliko tyrimą su vaikais iki 2 metų amžiaus ir nustatė, kad UG tyrimu vertinant abipusį plaučių slankiojimą tiksliau patvirtinama tinkama EV padėtis, lyginant su plaučių auskul-

tacija (atitinkamai 87 ir 65 proc.) [32]. 2015 metų sisteminėje apžvalgoje, į kuria buvo įtraukta vaikų populiacija, nustatyta, jog bendras trachėjos UG tyrimo jautrumas svyruoja nuo 92 iki 100 proc., o specifiškumas – 100 procentų [33]. UG pagalba nesudėtinga laiku pastebėti stemplės intubaciją, pasitaikančią 21,4 proc. naujagimių ir taip išvengti skrandžio ventilacijos. Tai labai svarbu intubacijos į stemplę atveju, kai pradėjus DPV pripučiama oro ir skrandį ir žymiai padidinama aspiracijos rizika kitos intubacijos metu. UG tyrimas galėtų būti įtraukiamas į kasdienę anesteziologo praktiką pirminiam EV padėties patikrinimui, vėliau patvirtinant kapnografiją [34].

Naujagimiams ir kūdikiams vertinant EV padėtį kvėpavimo takuose, siūloma kita UG tyrimo metodika – atstumo nuo EV galiuko iki karinės matavimas. Taikant šį metodą, pirmiausia daviklis dedamas ties apatine kaklo ir viršutine krūtinkaulio dalimi vidurio sagitalinėje plokštumoje. Patvirtinant EV galiuko lokalizaciją ekrane, EV pajudinamas iki 0,25 cm abiem kryptimis. Atliekami linijiniai matavimai nuo EV galiuko iki anatominio karinės ekvivalento – aortos lanko arba viršutinės dešinėsios plaučių arterijos dalies. Optimali padėtis, remiantis skirtingais tyrimais, varijuoja 0,5–1,5 cm nuo aortos lanko [35,36]. Vis dėlto, šis atstumas gali kisti priklausomai nuo svorio bei amžiaus, dėl trachėjos ilgio skirtumo [37].

A. Uya ir kolegų pristato EV manžetės, pripildytos fiziologinio tirpalo, vizualizavimą ties jungo duobe kaip dar vieną potencialų optimalaus EV gylio vertinimo metodą. Šio tyrimo duomenimis, UG stebima EV manžetė ties jungo duobe 95 proc. atvejų sutampa su optimaliu EV gyliu, nustatytu krūtinės ląstos rentgenograma [37].

UG tyrimo pagalba galima individualiai parinkti tinkamo dydžio EV. Tai ypač svarbu vaikams, nes per didelis EV gali pažeisti besiformuojančius kvėpavimo takus ir sukelti pooperacinį stridorą bei trachėjos stenozę. Per mažas EV sąlygoja nepakankamą ventilaciją ir neapsaugo kvėpavimo takų nuo aspiracijos. Siekiant nuspėti tinkamą EV dydį vaikams, yra sukurtos formulės, paremtos paciento amžiumi bei fiziniais duomenimis (ūgiu ir svoriu), tačiau visos formulės tiksliai neatspindi tikrojo trachėjos diametro. Dėl šios priežasties literatūroje vis dažniau akcentuojamas UG vaidmuo, nustatant skersinį diametrą siauriausioje trachėjos dalyje – ties viršutiniu žiedinės kremzlės kraštu ir pagal tai parenkant tinkamo diametro EV [38]. Pagrindiniai analizuotų tyrimų rezultatai pateikti 3 lentelėje.

Remiantis analizuota literatūra nustatyta, jog tinkamas EV dydis tiksliau parenkamas UG pagalba, nei naudojant formules, paremtas paciento amžiumi bei ūgiu, arba pagal plaštakos mažojo piršto dydį [31,32,38–44]. Optimalaus EV parinkimas naudojant UG svyruoja nuo 86 iki 100 proc., o

tikslumas, remiantis formulėmis, svyruoja nuo 27,5 iki 95 procentų. Tinkamo EV vamzdelio parinkimas padeda išvengti pakartotinės intubacijos, greičiau užtikrinama dirbtinė ventilacija, sumažėja aspiracijos bei viršutinių kvėpavimo takų sužalojimo rizika [40,41]. Tinkamo EV pozicionavimo vertinimo auksiniu standartu laikoma rentgenograma, tačiau šis metodas pasižymi apšvita (taip pat ir fluoroskopinis tyrimas, kai vizualizuojamos anatinės struktūros realiu laiku), sunkesniu prieinamumu ir ilgesniu laiko tarpu iki procedūros atlikimo, lyginant su UG metodu. Remiantis tyrimų rezultatais, UG stipriai koreliuoja su rentgeno tyrimu bei fluoroskopija, tad galėtų būti naudojamas kaip alternatyva greitesniam optimalaus EV pozicionavimo įvertinimui. Siekiant atskirti endobronchinę intubaciją nuo trachėjinės, praktikoje dažniausiai naudojamas auskultacijos metodas. J. Ahn ir kolegų atliktame tyrime nustatyta, jog UG stebimas plaučių slankiojimo požymis yra tikslesnis metodas nei auskultacija, siekiant įvertinti tinkamą EV lokalizaciją [32]. 2020 m. atlikto didesnės imties tyrimo duomenimis, auskultacijos ir plaučių slankiojimo požymio jautrumas yra panašus (atitinkamai 96,9 ir 95,4 proc.), tačiau šis UG stebimas požymis yra daugiau nei 30 proc. specifiškesnis, nei auskultacija [44].

Aspiracijos rizikos įvertinimas. Skrandžio turinio aspiracija – tai skystų arba kietų dalelių patekimas į kvėpavimo takus, įvykstantis nusilpus ryklės ir gerklų refleksams narcozės metu. Ši komplikacija yra viena pagrindinių priežasčių, sukeliančių ligotumą, susijusį su anestezija. Galimos pasekmės įvykus aspiracijai skrandžio turiniu – pneumonija, atelektazė, plaučio abscesas bei mirtis dėl asfiksijos. Aspiracijos sunkumas yra tiesiogiai proporcingas skrandžio turinio rūgštingumui, jo sudėčiai (skysčiai, kietosios dalelės) bei prisipildymo tūriui. Plautinė aspiracija dažniau pasireiškia intubuojant trachėją kritinių būklių metu ir esant gretutinių ligų. Pagrindiniai aspiracijos išvengimo būdai yra adekvачios trukmės badavimas prieš operaciją, tinkamas indukcijos metodo bei anestezijos būdo parinkimas [45]. Vaikų anestziologijoje priešoperacinis badavimas turėtų būti sąlyginai trumpas, siekiant išvengti diskomforto, alkio, troškulio ir metabolinių sutrikimų [46]. Prieš anesteziją rekomenduojama skaidrių skysčių nevartoti bent 2 val., krūties pieno negerti bent 4 val., o kieto maisto bei pieno produktų nevartoti bent 6 valandas. Dėl fiziologinės skrandžio sulčių sekrecijos, badaujančių pacientų skrandžio prisipildymo tūris dažnai būna iki 1,5 ml/kg ir tai laikoma saugiu kiekiu anestzijai. Skrandžio turinio kiekis priklauso nuo skrandžio bei seilių liaukų sekrecijos, maisto vartojimo ir skrandžio išsistūtinimo greičio. Perioperaciniu laikotarpiu normalų vaikų skrandžio išsistūtinimo greitį ir liekamąjį skrandžio tūrį gali pakeisti daugybė veiksnių, įskaitant stresą, nuovargį, temperatūrą,

amžių, metabolinį aktyvumą, infekcijas, medikamentus bei gretutines ligas [47]. Šios priežastys parodo, kodėl 6 valandų ar ilgesnis badavimas negarantuoja tuščio skrandžio. S. Cantellow ir kolegės [48] atliktame tyrime nustatė, kad tėvams patvirtinus pagal gaires rekomenduojamą vaiko badavimo statusą prieš operaciją, 13,5 proc. atvejų, naudojant UG, buvo aptiktas pilnas skrandis.

Padidėjęs skrandžio turinio kiekis yra vienas iš pagrindinių rizikos veiksnių regurgitacijai ir plautinei aspiracijai, todėl labai svarbu iš anksto nustatyti pacientus, kurių padidėjęs skrandžio turinio kiekis. Tam tikslui galima atlikti skrandžio UG tyrimą, vizualizavus skrandžio prievartį urvą ir įvertinus skrandžio turinį prieš atliekant anesteziją. 2018 m. atliktame atsitiktinių imčių tyrime nustatyta, jog UG tyrimo diagnostinis jautrumas aptikti pilną skrandį – 100 proc., o specifiskumas – 98 procentai [49]. Praktikoje atliekant skrandžio UG tyrimą, siūloma skrandžio prisipildymo vertinimui taikyti kiekybinį bei kokybinį metodus. Pastarasis įprastai atliekamas dviejose pozicijose – gulint ant dešiniojo šono ir ant nugaros, viršutinę kūno dalį pakėlus 45° kampu, vertinamas skrandžio prievartio urvo dydis, forma bei prisipildymas. Tam dažniausiai naudojama 3 balų skalė: 0 – tuščias prievartio urvas; 1 – minimalus skysčio tūris rastas tik dešinėje šoninėje pozicijoje ir koreliuoja su mažu skrandžio skysčio tūriu (<1,5 ml/kg); 2 – prievartio urvas aiškiai išsiplėtęs, matomas skystis tiek gulint ant nugaros, tiek šoninėje pozicijose ir koreliuoja su skrandžio skysčių tūriu, didesniu nei 1,5 ml/kg [50]. Nustatyta, kad aspiracijos rizika didelė, kai skrandžio turinio kiekis >1,5 ml/kg [51]. Tiksliau skrandžio turinio kiekį galima apskaičiuoti kiekybiniu būdu, remiantis A. Spencer ir kolegų pateikta matematine formule pediatriiniams pacientams [52]. Šiuo būdu pacientui gulint ant dešiniojo šono, UG aparatu apskaičiuojami prievartio urvo priekinis-užpakalinis (D1) bei

išilginis (D2) diametrai, kuriais remiantis matematine formule apskaičiuojamas prievartio urvo plotas (PUP), turintis linijinę koreliaciją su skrandžio turinio kiekiu. Apskaičiavus prievartio urvo plotą, galima apskaičiuoti skrandžio tūrį:

$$PUP (mm^2) = (\pi \times D1 \times D2)/4$$

Skrandžio tūris (ml) = 7,8 + 3,5 x PUP + 0,127 x amžius (mėn.)/kūno svoris (kg).

Kai atlikus kiekybinį skrandžio UG metodą nustatoma kieto maisto dalelių arba kiekybiniu metodu apskaičiuotas skrandžio turinio kiekis >1,5 ml/kg, skrandis laikomas pilnu. Esant skrandžio turinio kiekiui >1,5 ml/kg, aspiracijos rizika didelė [51]. Remiantis literatūra, galima teigti, jog skrandžio UG panaudojimas įvertinti skrandžio turinį leidžia nesudėtingai, greitai ir patikimai įvertinti aspiracijos riziką, optimizuoti perioperacinę anestezijos valdymą, tad galėtų būti naudojamas kaip rutininė procedūra paciento priešoperacinio įvertinimo metu [53]. Pagrindiniai analizuotų tyrimų rezultatai pateikti 4 lentelėje.

Tyrimų rezultatai parodė, kad 3 balų kokybinė vertinimo skalė pasižymi didesniu jautrumu bei specifiskumu, nei vertinant prievartio urvo plotą [54,55]. Šiuo metu trūksta daugiau tyrimų ir naujesnių duomenų apie skrandžio turinio įvertinimą vaikų populiacijoje, todėl negalime teigti, jog vienas ar kitas metodas yra pranašesnis. Remiantis literatūra, badavimas, trunkantis 6 ar daugiau valandų, neužtikrina tuščio skrandžio vaikų populiacijoje [56], todėl siekiant išvengti su aspiracija susijusių komplikacijų, turėtų būti svarstoma skrandžio turinio įvertinimo UG galimybė.

UG tyrimo panaudojimas perioperaciniu laikotarpiu plačiai aprašytas įvairiose klinikinėse situacijose. Ypač daug dėmesio skiriama UG tyrimo panaudojimui atliekant regioninę anesteziją, kvėpavimo takų valdymui, priešoperacinei aspiracijos rizikai įvertinti bei atliekant kraujagyslines manipuliacijas. Šio tyrimo panaudojimas leidžia saugiau ir

4 lentelė. Tyrimai, nagrinėjantys UG tyrimo panaudojimą skrandžio turinio įvertinimui.

PUP - prievartio urvo plotas.

Autorius	Tyrimo tipas	Amžius	Imtis	Vertinimo būdas	Jautrumas, proc.	Specifiškumas, proc.	Komentaras
J.J. Moser et al. British Journal of Anaesthesia (2017)	Prospektyvinis kohortinis tyrimas	11 mėn.-17 m.	100	Kiekybinis tyrimas pagal ribines PUP vertes, cm²	76	67	Tiriamieji nevartojo >8 val. kieto maisto ir >3 val. skysčių
				Gulint ant dešiniojo šono ≤2,19			Didėjant amžiui ir KMI, tuščio skrandžio PUP taip pat didėja
				Gulint ant nugaros ≤3,07	75	36	
A.C. Gagey et al. Anaesthesia (2017)	Prospektyvinis kohortinis tyrimas	2 mėn. - 16 m.	130	Naudojama kokybinė 3-jų balų vertinimo skalė [54]	94	83	Anestezijos indukcijos strategija pakito 47 % atvejų po UG įvertinimo.

greičiau atlikti įvairias diagnostines procedūras. UG tyrimu galima vizualizuoti daugumą organizmo struktūrų, įskaitant ir gyvybiškai svarbius organus. Kritinėse situacijose jis gali tapti nepakeičiamu metodu greitai ir tiksliai įvertinti paciento būklę. Nustatant daugiau UG tyrimo panaudojimo galimybių ir kaupiantis vis daugiau UG tyrimo naudą patvirtinančios literatūros, tikėtina, kad UG tyrimas bus vis plačiau taikomas pediatriinėje anestezilogijoje. Šis tyrimas reikalauja gerų teorinių žinių bei techninių įgūdžių, įgaunamų praktikuojantis. Atliekant UG tyrimą, kaip ir kitas diagnostines procedūras, svarbu žinoti jo privalumus ir trūkumus.

Išvados

1. Periferinės venos kateterizavimas, naudojant dinamiškus UG tyrimą, pasižymi aukštesniu pirmo pataikymo dažniu, nei standartinio metodo atveju ir svyruoja nuo 84 iki 90 proc., o atliekant šią procedūrą standartiniu būdu – nuo 51 iki 60 procentų. Venų išskiklio panaudojimas nepagerina sėkmingos periferinės venos kaniuliacijos iš pirmo karto. Periferinių venų kateterizacija trumpiausiai atliekama standartiniu metodu, lyginant tiek su UG, tiek su venų išskiklio metodais.

2. Pediatriinėje populiacijoje UG kontroliuojama centrinės venos kateterizacija sėkminga ne mažiau nei 90 proc. atvejų. Beveik visuose analizuotuose tyrimuose, kuriuose vertinta procedūros trukmė, nustatyta, kad UG kontroliuojama centrinės venos kateterizacija atliekama trumpiau.

3. Optimalaus EV parinkimas naudojant UG svyruoja nuo 86 iki 100 proc., o tikslumas, remiantis formulėmis, svyruoja nuo 27,5 iki 95 procentų. UG stipriai koreliuoja su rentgeno tyrimu bei fluoroskopija, tad galėtų būti greitesnio optimalaus EV pozicionavimo įvertinimo alternatyva.

4. Galimi aspiracijos rizikos vertinimo UG metodai yra kokybinis 3 balų skalės vertinimas ir kiekybinis, kuriuo apskaičiuojamas skrandžio turinio kiekis. Vis dėlto, trūksta daugiau duomenų apie šių tyrimų pranašumus skrandžio turinio aspiracijos rizikos vaikų populiacijoje vertinimui.

Literatūra

1. Nafiu OO, Burke C, Cowan A, Tutuo N, MacLean S, Tremper KK. Comparing peripheral venous access between obese and normal weight children. *Paediatr Anaesth* 2010;20(2):172-176. <https://doi.org/10.1111/j.1460-9592.2009.03198.x>
2. Svendsen EJ, Moen A, Pedersen R, Bjørk IT. Parent-healthcare provider interaction during peripheral vein cannulation with resistive preschool children. *J Adv Nurs* 2016;72(3):620-630. <https://doi.org/10.1111/jan.12852>
3. Clemmesen L, Knudsen L, Sloth E, Bendtsen T. Dynamic needle tip positioning - ultrasound guidance for peripheral vascular access: a randomized, controlled and blinded study in phantoms performed by ultrasound novices. *Ultraschall der Medizin* 2012;33(7):321-325. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1312824>
4. Gopalasingam N, Obad DS, Kristensen BS, Lundgaard P, Veien M, Gjedsted J, Sloth E, Juhl-Olsen P. Ultrasound-guidance outperforms the palpation technique for peripheral venous catheterisation in anaesthetised toddlers: a randomised study. *Acta Anaesthesiol Scand* 2017;61(6): 601-608. <https://doi.org/10.1111/aas.12901>
5. Vinograd AM, Chen AE, Woodford AL, Fesnak S, Gaines S, Elci OU, Zorc JJ. Ultrasonographic guidance to improve first-attempt success in children with predicted difficult intravenous access in the emergency department: a randomized controlled trial. *Ann Emerg Med* 2019;74(1):19-27. <https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2019.02.019>
6. McNeely HL, Ream TL, Thrasher JM, Dziadkowiec O, Callahan TJ. Utilization of a biomedical device (VeinViewer®) to assist with peripheral intravenous catheter (PIV) insertion for pediatric nurses. *J Spec Pediatr Nurs* 2018;23(2):1-8. <https://doi.org/10.1111/jspn.12208>
7. Cuper NJ, Klaessens JHG, Jaspers JEN, Roode R, Noordmans HJ, Graaff JC, Verdaasdonk RM. The use of near-infrared light for safe and effective visualization of subsurface blood vessels to facilitate blood withdrawal in children. *Med Eng Phys* 2013;35(4):433-440. <https://doi.org/10.1016/j.medengphy.2012.06.007>
8. Park JM, Kim MJ, Yim HW, Lee WC, Jeong H, Kim NJ. Utility of near-infrared light devices for pediatric peripheral intravenous cannulation: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Pediatr* 2016;175(12):1975-1988. <https://doi.org/10.1007/s00431-016-2796-5>
9. Rothbart A, Yu P, Müller-Lobeck L, Spies CD, Wernecke KD, Nachtigall I. Peripheral intravenous cannulation with support of infrared laser vein viewing system in a pre-operation setting in pediatric patients. *Anesthesiology*. *BMC Res Notes* 2015;8(1):4-9. <https://doi.org/10.1186/s13104-015-1431-2>
10. Caglar S, Buyukyilmaz F, Bakoglu I, Inal S, Salihoglu O. Efficacy of vein visualization devices for peripheral intravenous catheter placement in preterm infants: a randomized clinical trial. *J Perinat Neonatal Nurs* 2019;33(1):61-67. <https://doi.org/10.1097/JPN.0000000000000385>
11. Elkhunovich M, Barreras J, Pinero VB, Ziv N, Vaiyani A, Mailhot T. The use of ultrasound for peripheral IV placement by vascular access team nurses at a tertiary children's hospital. *J Vasc Access* 2017;18(1):57-63. <https://doi.org/10.5301/jva.5000615>
12. Demir D, Inal S. Does the use of a vein visualization device for peripheral venous catheter placement increase success rate in pediatric patients? *Pediatr Emerg Care* 2019;35(7):474-479.
13. Hanada S, Van Winkle MT, Subramani S, Ueda K. Dynamic ultrasound-guided short-axis needle tip navigation technique vs.

- landmark technique for difficult saphenous vein access in children: a randomised study. *Anaesthesia* 2017;72(12):1508-1515. <https://doi.org/10.1111/anae.14082>
14. Takeshita J, Yoshida T, Nakajima Y, Nakayama Y, Nishiyama K, Ito Y, Shimizu Y, Takeuchi M, Nobuaki S. Superiority of dynamic needle tip positioning for ultrasound-guided peripheral venous catheterization in patients younger than 2 years old: a randomized controlled trial. *Pediatr Crit Care Med* 2019;20(9):410-414. <https://doi.org/10.1097/PCC.0000000000002034>
 15. De Souza TH, Brandão MB, Nadal JAH, Nogueira RJN. Ultrasound guidance for pediatric central venous catheterization: a meta-analysis. *Pediatrics* 2018;142(5):2018-1719. <https://doi.org/10.1542/peds.2018-1719>
 16. Sabado JJ, Pittiruti M. Principles of ultrasound-guided venous access. *UpToDate* 2019;19.
 17. Lockwood J, Desai N. Central venous access. *Br J Hosp Med* 2019;80(8):114-119. <https://doi.org/10.12968/hmed.2019.80.8.C114>
 18. Oulego-Erroz I, González-Cortes R, García-Soler P, Balaguer-Gargallo M, Frías-Pérez M, Mayordomo-Colunga J, Llorente-de-la-Fuente A, Santos-Herraiz P, Menéndez-Suso JJ, Sánchez-Porras M, Palanca-Arias D, Clavero-Rubio C, Holanda-Peña MS, Renter-Valdovinos L, Fernández-De-Miguel S, Rodríguez-Núñez A. Ultrasound-guided or landmark techniques for central venous catheter placement in critically ill children. *Intensive Care Med* 2018;44(1):61-72. <https://doi.org/10.1007/s00134-017-4985-8>
 19. Rhondali O, Attouf R, Combet S, Chassard D, De Queiroz Siqueira M. Ultrasound-guided subclavian vein cannulation in infants: Supraclavicular approach. *Paediatr Anaesth* 2011;21(11):1136-1141. <https://doi.org/10.1111/j.1460-9592.2011.03614.x>
 20. Mauro P. Ultrasound guided central vascular access in neonates, infants and children. *Curr Drug Targets* 2012;13(7):961-9. <https://doi.org/10.2174/138945012800675696>
 21. Habas F, Baleine J, Milési C, Combes C, Didelot MN, Romano-Bertrand S, Grau D, Parer S, Baud C, Cambonie G. Supraclavicular catheterization of the brachiocephalic vein: a way to prevent or reduce catheter maintenance-related complications in children. *Eur J Pediatr* 2018;177(3):451-459. <https://doi.org/10.1007/s00431-017-3082-x>
 22. Klug W, Triffiterer L, Keplinger M, Seemann R, Marhofer P. Supraclavicular ultrasound-guided catheterization of the brachiocephalic vein in infants and children: A retrospective analysis. *Saudi J Anaesth* 2016;10(2):143-148. <https://doi.org/10.4103/1658-354X.168802>
 23. Botha R, Van Schoor AN, Boon JM, Becker JHR, Meiring JH. Anatomical considerations of the anterior approach for central venous catheter placement. *Clin Anat* 2006;19(2):101-105. <https://doi.org/10.1002/ca.20240>
 24. Heffner AC, Eidt JF, Mills JL. Placement of jugular venous catheters. *UpToDate* 2014;1(1):1-33.
 25. Brass P, Hellmich M, Kolodziej L, Schick G, Smith AF. Ultrasound guidance versus anatomical landmarks for internal jugular vein catheterization. *Cochrane Database Syst Rev* 2015;1(1). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006962.pub2>
 26. Chiang VW, Baskin MN. Uses and complications of central venous catheters inserted in a pediatric emergency department. *Pediatr Emerg Care* 2000;16(4):230-232. <https://doi.org/10.1097/00006565-200008000-00003>
 27. Lau CSM, Chamberlain RS. Ultrasound-guided central venous catheter placement increases success rates in pediatric patients: A meta-analysis. *Pediatr Res* 2016;80(2):178-184. <https://doi.org/10.1038/pr.2016.74>
 28. Pietroboni PF, Carvajal CM, Zuleta YI, Ortiz PL, Lucero YC, Drago M, vonDessauer B. Landmark versus ultrasound-guided insertion of femoral venous catheters in the pediatric intensive care unit: An efficacy and safety comparison study. *Med Intensiva* 2020;44(2):96-100. <https://doi.org/10.1016/j.medin.2019.07.014>
 29. Guilbert MC, Elkouri S, Bracco D, Corriveau MM, Beaudoin N, Dubois MJ, Bruneau L, Blair JF. Arterial trauma during central venous catheter insertion: Case series, review and proposed algorithm. *J Vasc Surg* 2008;48(4):918-925. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2008.04.046>
 30. Verghese ST, Hannallah RS, Slack MC, Cross RR, Patel KM. Auscultation of bilateral breath sounds does not rule out endobronchial intubation in children. *Anesth Analg* 2004;99(1):56-58. <https://doi.org/10.1213/01.ANE.0000118104.23660.F3>
 31. Ramsingh D, Ghazal E, Gordon B, Ross P, Goltiao D, Alschuler M, Pugh J, Holsclaw M, Mason L. Relationship between evaluations of tracheal tube position using ultrasound and fluoroscopy in an infant and pediatric population. *J Clin Med* 2020;9(6):1707. <https://doi.org/10.3390/jcm9061707>
 32. Ahn JH, Kwon E, Lee SY, Hahm TS, Jeong JS. Ultrasound-guided lung sliding sign to confirm optimal depth of tracheal tube insertion in young children. *Br J Anaesth* 2019;123(3):309-315. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2019.03.020>
 33. Lin MJ, Gurley K, Hoffmann B. Bedside Ultrasound for tracheal tube verification in pediatric emergency department and ICU patients: a systematic review. *Pediatr Crit Care Med* 2016;17(10):469-476. <https://doi.org/10.1097/PCC.0000000000000907>
 34. Das SK, Choupoo NS, Haldar R, Lahkar A. Vérification du positionnement du tube endotrachéal par échographie trans-trachéale: revue systématique de la littérature et méta-analyse. *Can J Anesth* 2015;62(4):413-423. <https://doi.org/10.1007/s12630-014-0301-z>
 35. Jael P, Sheth M, Nguyen J. Ultrasonography for endo-

- tracheal tube position in infants and children. *Eur J Pediatr* 2017;176(3):293-300.
<https://doi.org/10.1007/s00431-017-2848-5>
36. Dennington D, Vali P, Finer NN, Kim JH. Ultrasound confirmation of endotracheal tube position in neonates. *Neonatology* 2012;102(3):185-189.
<https://doi.org/10.1159/000338585>
 37. Uya A, Gautam NK, Rafique MB, Pawelek O, Patnana SR, Gupta-Malhotra M, Balaguru D, Numan MT, Hill MJ, Miller SK. Point-of-Care ultrasound in sternal notch confirms depth of endotracheal tube in children. *Pediatr Crit Care Med* 2020;21(7):393-398.
<https://doi.org/10.1097/PCC.0000000000002311>
 38. Singh S, Jindal P, Ramakrishnan P, Raghuvanshi S. Prediction of endotracheal tube size in children by predicting subglottic diameter using ultrasonographic measurement versus traditional formulas. *Saudi J Anaesth* 2019;13(2):93-99.
 39. Najib K, Pishva N, Amoozegar H, Pishdad P, Fallahzadeh E. Ultrasonographic confirmation of endotracheal tube position in neonates. *Indian Pediatr* 2016;53(10):886-888.
<https://doi.org/10.1007/s13312-016-0953-6>
 40. Altun D, Sungur MO, Ali A, Bingül ES, Seyhan TÖ, Çamcı E. Ultrasonographic measurement of subglottic diameter for paediatric cuffed endotracheal tube size selection: Feasibility report. *Türk Anesteziyoloji ve Reanimasyon Dern Derg* 2016;44(6):301-305.
<https://doi.org/10.5152/TJAR.2016.60420>
 41. Pillai R, Kumaran S, Jeyaseelan L, George SG, Sahajanandan R. Usefulness of ultrasound-guided measurement of minimal transverse diameter of subglottic airway in determining the endotracheal tube size in children with congenital heart disease: A prospective observational study. *Ann Card Anaesth* 2018;21(4):376-381.
https://doi.org/10.4103/aca.ACA_220_17
 42. Sutagatti JG, Raja R, Kurdi MS. Ultrasonographic estimation of endotracheal tube size in paediatric patients and its comparison with physical indices based formulae: A prospective study. *J Clin Diagnostic Res* 2017;11(5):05-08.
<https://doi.org/10.7860/JCDR/2017/25905.9838>
 43. Chowdhry R, Dangman B, Pinheiro JMB. The concordance of ultrasound technique versus X-ray to confirm endotracheal tube position in neonates. *J Perinatol* 2015;35(7):481-484.
<https://doi.org/10.1038/jp.2014.240>
 44. Sooragonda SG, Arora S, Jain D, Yaddanapudi S. Lung sliding sign to detect endobronchial intubation in children: An observational feasibility trial. *Eur J Anaesthesiol* 2020;37(2):143-145.
<https://doi.org/10.1097/EJA.0000000000001120>
 45. American Society of Anesthesiologists Committee. Practice Guidelines for Preoperative Fasting and the Use of Pharmacologic Agents to Reduce the Risk of Pulmonary Aspiration. *Anesthesiology* 1999;90(3):896-905.
<https://doi.org/10.1097/0000542-199903000-00034>
 46. Coté CJ, Wilson S. Guidelines for monitoring and management of pediatric patients before, during, and after sedation for diagnostic and therapeutic procedures: Update 2016. *Pediatrics* 2016;138(1).
<https://doi.org/10.1542/peds.2016-1212>
 47. Mesbah A, Thomas M. Preoperative fasting in children. *BJA Educ* 2017;17(10):346-350.
<https://doi.org/10.1093/bjaed/mkx021>
 48. Cantellow S, Lightfoot J, Bould H, Beringer R. Parents' understanding of and compliance with fasting instruction for pediatric day case surgery. *Paediatr Anaesth* 2012;22(9):897-900.
<https://doi.org/10.1111/j.1460-9592.2012.03903.x>
 49. Kruisselbrink R, Gharapetian A, Chaparro LE, Ami N, Richler D, Chan VWS, Perlas AR. Diagnostic Accuracy of Point-of-Care Gastric Ultrasound. *Anesth Analg* 2019;128(1):89-95.
<https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000003372>
 50. Perlas A, Davis L, Khan M, Mitsakakis N, Chan VWS. Gastric sonography in the fasted surgical patient: A prospective descriptive study. *Anesth Analg* 2011;113(1):93-97.
<https://doi.org/10.1213/ANE.0b013e31821b98c0>
 51. Van De Putte P, Perlas A. Ultrasound assessment of gastric content and volume. *Br J Anaesth* 2014;113(1):12-22.
<https://doi.org/10.1093/bja/aeu151>
 52. Spencer AO, Walker AM, Yeung AK, Lardner DR, Yee K, Mulvey JM, Perlas A. Ultrasound assessment of gastric volume in the fasted pediatric patient undergoing upper gastrointestinal endoscopy: Development of a predictive model using endoscopically suctioned volumes. *Paediatr Anaesth* 2015;25(3):301-308.
<https://doi.org/10.1111/pan.12581>
 53. Gola W, Domagała M, Cugowski A. Ultrasonograficzna ocena wypełnienia żołądka a ryzyko aspiracji treści pokarmowej w okresie okołoperacyjnym. *Anestezjol Intens Ter* 2018;50(4):297-302.
<https://doi.org/10.5603/AIT.a2018.0029>
 54. Moser JJ, Walker AM, Spencer AO. Point-of-care paediatric gastric sonography: Can antral cut-off values be used to diagnose an empty stomach? *Br J Anaesth* 2017;119(5):943-947.
<https://doi.org/10.1093/bja/aez249>
 55. Gagey AC, de Queiroz Siqueira M, Monard C, Combet S, Cogniat B, Desgranges FP, Robinson P, Chassard D, Bouvet L. The effect of pre-operative gastric ultrasound examination on the choice of general anaesthetic induction technique for non-elective paediatric surgery. A prospective cohort study. *Anaesthesia* 2018;73(3):304-312.
<https://doi.org/10.1111/anae.14179>
 56. Leviter J, Steele DW, Constantine E, Linakis JG, Amanullah S. 'Full Stomach' Despite the Wait: Point-of-care Gastric Ultrasound at the Time of Procedural Sedation in the Pediatric Emergency Department. *Acad Emerg Med* 2019;26(7):752-760.
<https://doi.org/10.1111/acem.13651>

USE OF ULTRASOUND IN PAEDIATRIC ANAESTHESIA

A. Mačiulienė, T. Baranauskas, G. Simanavičiūtė, A. Macas

Keywords: pediatric anaesthesia, ultrasonography, central venous catheterization, peripheral vein catheterization, near infrared light device, intubation, endotracheal tube, lung sliding sign, aspiration risk, children, infant.

Summary

The literature describes a growing number of ultrasound (US) applications in paediatric anaesthesiology, that helps to prevent anaesthesia-related complications. This article reviews the literature on the use of US in the perioperative period, during vascular catheterisation, assessment of the endotracheal tube position and aspiration risk evaluation in the paediatric population. The literature was searched in scientific electronic databases using keywords and

combinations of keywords. The US was found to facilitate catheterisation of central and peripheral vessels and to avoid procedure-related complications. Airway US helps to select the appropriate endotracheal tube size and optimise the depth of the endotracheal tube in the airway. Gastric ultrasound helps to detect patients at increased risk of aspiration. The literature analysis concluded that the US examination is a reliable diagnostic tool in paediatric anaesthesia, helping to detect abnormalities in a timely manner, improve procedural safety and patients' treatment outcomes.

Correspondence to: goda.simanaviciute@gmail.com

Gauta 2021-09-20