

# Edukacinio 3D virtualiosios realybės vaizdo metodo įtaka ruošiant žarnyną kolonoskopijai: pirmieji rezultatai

**Edvinas Kildušis**

Respublikinė Vilniaus universitetinė ligoninė, Vilnius, Lietuva  
Republican Vilnius University Hospital, Vilnius, Lithuania  
El. paštas [edvinas.kildusis@rvul.lt](mailto:edvinas.kildusis@rvul.lt)

**Gintautas Brimas**

Vilniaus universitetas, Vilnius, Lietuva  
Vilnius University, Vilnius, Lithuania  
El. paštas [gintautas.brimas@rvul.lt](mailto:gintautas.brimas@rvul.lt)

**Santrauka.** *Tikslas.* Diagnostinei, atrankinei, stebėjimo ir terapinei (gydomajai) kolonoskopijai atlikti būtina tinkamai paruošti žarnyną. 3D virtualiajai realybei (3D-VR) būdingas gilumas, sąveika ir vaizdingumas, ji plačiai naudojama medicinoje, todėl gali būti taikoma pacientams informuoti ir mokyti. Straipsnyje aptariamo tyrimo tikslas – nustatyti 3D virtualiosios realybės vaizdo naudojimo edukacijai įtaką pacientų žarnynui paruošti prieš atliekant kolonoskopiją. *Medžiaga ir metodai.* Respublikinėje Vilniaus universitetinėje ligoninėje (RVUL) 2021-03-07 pradėtas perspektyvusis, aklasis, atsitiktinių imčių klinikinis tyrimas. Iki 2022-02-28 į šį tyrimą įtraukta 50 ambulatorinių pacientų, kuriems indikuota atlikti kolonoskopiją. Pacientai atsitiktiniu būdu suskirstyti į kontrolinę ir tiriamąją grupes. Pirmajai grupei informacija apie žarnyno paruošimą suteikta RVUL naudojama standartine forma – raštu, antrajai grupei – 3D virtualiosios realybės vaizdo įrašu. Abiem grupėms teikiamos informacijos turinys buvo vienodas. Žarnyno paruošimo kokybę vertinta remiantis Bostono ir Otavos žarnyno paruošimo skalėmis. *Rezultatai.* Iš 50 tyrime dalyvavusių ambulatorinių pacientų 26 priskirti kontrolinei, 24 – tiriamajai grupei. Abi grupės buvo tapačios pagal lyties, amžiaus, kūno masės indekso, gretutinių susirgimų rodiklius. Vidutinis (SD) BŽPS balas buvo statistiškai reikšmingai mažesnis kontrolinėje grupėje, palyginti su 3D-VR vaizdo įrašą stebėjusių tiriamųjų grupe (plg.: 5,96(±1) ir 7,58(±1,47);  $p < 0,001$ ). Vidutiniai (SD) OŽPS balai buvo didesni kontrolinėje grupėje (6,58(±2,44), palyginti su tiriamąja grupe (1,83(±2,32);  $p < 0,001$ ). Tinkamo žarnyno paruošimo rodiklis 3D-VR vaizdo įrašą stebėjusių grupėje buvo didesnis negu kontrolinėje grupėje (plg.: 18 (69,23 %) ir 23 (95,83 %); skirtumas statistiškai reikšmingas ( $p = 0,024$ )). *Ileum terminale* intubacijos dažnis kontrolinėje grupėje siekė 50 proc. (plg. 3D-VR vaizdo įrašų grupėje – 83,33 proc.;  $p = 0,02$ ). Vidutinis (SD) kolonoskopijos laikas buvo statistiškai reikšmingai trumpesnis tiriamųjų, stebėjusių 3D-VR vaizdo įrašą, grupėje (plg.: 23,04(±3,66) min. ir 16,5(±4,28) min.;  $p = <0,001$ ). *Išvados.* Pacientų, kurie prieš kolonoskopiją informuoti 3D-VR metodu, žarnynas buvo paruoštas statistiškai reikšmingai geriau. Taip pat minėtinas sutrumpėjęs procedūros laikas, galimai padidėjęs polipų (adenomų) aptikimo dažnis.

**Reikšminiai žodžiai:** 3D virtualiosios realybės vaizdas, edukacija, žarnyno paruošimas, kolonoskopija.

## The Impact of an Educational 3D Virtual Reality Video Method on Bowel Preparation for Colonoscopy: First Results

**Abstract.** *Objective.* Adequate bowel preparation is essential for diagnostic, screening, surveillance, and therapeutic colonoscopy. 3D virtual reality (3D-VR) has the characteristics of depth, interactivity and visuality and is widely used in medicine, so it can be used for patient education and training. The aim of our study is to determine the impact of using 3D virtual reality video for patients education on bowel preparation before colonoscopy. *Materials and methods.* A prospective, blind, randomized clinical trial was launched at the Republican Vilnius University Hospital (RVUL) on 07.03.2021, which included 50 outpatients who had indications for colonoscopy until 28.02.2022. Patients were randomly assigned to control and experimental groups. The first group was given the bowel preparation information in the

Received: 2024-01-15. Accepted: 2024-03-21.

Copyright © 2024 Edvinas Kildušis, Gintautas Brimas. Published by Vilnius University Press. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Licence, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

standard form used by RVUL – in writing, and the second – in a 3D virtual reality video. The content of the information provided to both groups was the same. The quality of bowel preparation was assessed based on the Boston and Ottawa bowel preparation scales.

**Results.** Of the 50 outpatients who participated in the study, 26 were assigned to the control group, 24 to the study group. The patients of both groups were identical in terms of sex, age, body mass index, comorbidities. The mean (SD) BBPS score was statistically significantly lower in the control group compared to the 3D-VR video group (5.96(±1) vs. 7.58(±1.47);  $p < 0.001$ ). The mean (SD) scores of OBPS were higher in the control group (6.58(±2.44) than in the study group 1.83(±2.32);  $p < 0.001$ ). The rate of adequate bowel preparation in the 3D-VR video group was higher than in the control group (18(69.23%) vs. 23(95.83%); the difference was statistically significant ( $p = 0.024$ ). The rate of terminal ileum intubation in the control group was 50% compared to 83.33% in the 3D-VR video group ( $p = 0.02$ ). The mean (SD) colonoscopy time was statistically significantly shorter in the 3D-VR video group 23.04(±3.66) minutes and 16.5(±4.28) minutes,  $p = < 0.001$ .

**Conclusions.** Patients who were informed by 3D-VR method before colonoscopy had statistically significantly better bowel preparation, as well as reduced procedure time and possibly increased detection rates of polyps and adenomas.

**Keywords:** 3D virtual reality video, education, bowel preparation, colonoscopy.

## Įvadas

Kolonoskopija – pagrindinis storosios žarnos tyrimo metodas. Kartu tai ir diagnostinė, ir terapinė procedūra [1, 2]. Technologijų, taikytinų kolonoskopijai atlikti, tobulėjimas pagerino vaizdo kokybę ir palengvino techninius veiksmus [3], vis dėlto, nepaisant technologinių pasiekimų ir atsiradusių naujų galimybių, diagnostinis tikslumas ir terapinis saugumas (kolonoskopijos sėkmė) vis dar priklauso nuo storosios žarnos paruošimo (išvalymo) kokybės prieš procedūrą [1–4].

Įrodyta, kad netinkamai paruoštas žarnynas lemia kolonoskopijos rezultatą ir yra sietinas su techniniais sunkumais kolonoskopijos metu, sumažėjusiu aklosios žarnos intubacijos dažniu, apsunkinta optine diagnostika (vizualizacija). Be to, mažiau nustatoma adenomų (kolonoskopijos kokybės rodiklis), ilgėja tyrimo trukmė, reikia daugiau raminamųjų ir analgetinių vaistų, didėja sveikatos priežiūros išlaidos, išauga pacientų diskomfortas. Nepakankamai gerai paruošus žarnyną, tenka kartoti procedūrą, žarnyną ruošti pakartotinai, ilgėja diagnozės nustatymo laikas, išauga komplikacijų tikimybė (perforacijos rizika) [2, 3, 5].

Žinoma daug veiksnių, turinčių įtakos suaugusių pacientų žarnyno paruošimo kokybei prieš atliekant kolonoskopijos procedūrą [2, 3]. Šie veiksniai gali būti klasifikuojami į susijusius su pacientais (lėtinės ligos, vartojami medikamentai, amžius ir kt.) ir sietinus su procedūra (laikymasis žarnyno paruošimo instrukcijų, mityba prieš atliekant tyrimą ir kt.) [3].

Žarnynas paruošiamas nepakankamai, kai pacientas nesilaiko žarnyno paruošimo instrukcijų. Tyrimai parodė, kad, be įprastinių žodinių ir rašytinių instrukcijų, švietimas telefonu, išmaniųjų telefonų programomis ar mokomaisiais vaizdo įrašais gerina žarnyno paruošimo kokybę ir didina adenomų aptikimo dažnį, o tinkamą žarnyno paruošimo instrukcijų laikymąsi lemia edukacija prieš kolonoskopiją [4, 6].

3D virtualioji realybė dėl vaizdo gilumo, sąveikos su žiūrovu ir vaizdingumo plačiai taikytina švietimo srityje ir pramogaujant, todėl ji gali būti naudojama pacientams informuoti ir mokyti [7]. Straipsnyje pristatomo tyrimo tikslas – nustatyti, ar virtualiosios realybės vaizdo įrašai gali pagerinti žarnyno paruošimo kolonoskopijai kokybę. Tyrimui atlikti naudoti trijų dimensijų virtualiosios realybės įrenginiai – akiniai (*Oculus Go* ir *Pico*, 1–2 pav.), taip pat 11 min. trukmės 3D virtualiosios realybės vaizdo įrašas, skirtas informuoti pacientus apie žarnyno paruošimą kolonoskopijos procedūrai. Vaizdo įrašė pacientui teikiama informacija apie tyrimus, kuriuos reikia atlikti prieš taikant kolonoskopiją, akcentuojama žarnyno paruošimo svarba, aptariama mityba prieš atliekant kolonoskopiją, pateikiama nuosekli žarnyno valymo procedūros seka, nurodoma kolonoskopijos tyrimo eiga ir veiksmai atlikus procedūrą.

## Medžiaga ir metodai

Respublikinėje Vilniaus universitetinėje ligoninėje (RVUL) 2021-03-07 pradėtas perspektyvusis, aklašis, atsitiktinių imčių vieno centro klinikinis tyrimas. Tyrimui atlikti gautas Vilniaus regioninio biomedicininių tyrimų etikos komiteto leidimas Nr. 2021/2-1296-794.

Pacientų įprastinės apžiūros metu buvo renkami duomenys, reikalingi nustatyti, ar pacientas atitinka dalyvavimo tyrime kriterijus. Įtraukimo į tyrimą kriterijai: pacientų amžius nuo 18 m. iki 75 m. (imtinai), nustatytos indikacijos kolonoskopijai atlikti, paciento sutikimas atlikti kolonoskopiją. Dalyvavimo tyrime atmetimo kriterijai: pacientų amžius mažiau negu 18 m. arba daugiau negu 75 m., pacientui kontraindikuotina kolonoskopija, pacientas nesutinka atlikti kolonoskopijos, anamnezėje nurodyta storosios žarnos operacija, nėštumas (nėštumo testas, finansuojamas RVUL lėšomis, prieš kolonoskopiją atliekamas visoms vaisingo amžiaus moterims), nustatyta uždegiminė žarnyno liga, obstipacija (tuštinimasis <3 k./sav.), sunki gretutinė patologija, laisvinamųjų vaistų vartojimas, viduriavimas, negalėjimas žiūrėti 3D virtualiosios realybės vaizdo įrašo (pavyzdžiui, aklumas), asmuo dėl sveikatos būklės negali būti laikomas gebančiu protingai vertinti savo interesus. Į tyrimą planuota įtraukti 250 pacientų (po 125 pacientus kontrolinėje ir tiriamojoje grupėse).

Visi pacientai, atitinkantys dalyvavimo tyrime kriterijus ir sutikę dalyvauti tyrime, pasirašė informuoto asmens sutikimo formą. Pacientai suskirstyti į dvi grupes atsitiktiniu būdu, jiems pasirinkus vieną iš dviejų vienodų baltų vokų, kuriuose buvo įrašytas žarnyno paruošimo kolonoskopijai edukacijos būdas: „įprasta edukacija prieš kolonoskopiją“ arba „3D virtualiosios realybės vaizdo edukacija prieš kolonoskopiją“. Pacientai, kuriems informacija apie žarnyno paruošimą buvo teikiama RVUL naudojama standartine rašytine forma, priskirti kontrolinei grupei, o asmenys, kuriems informacija pateikta 3D virtualiosios realybės vaizdo įrašu, – tiriamajai grupei. Abiem grupėms teikiamos informacijos turinys buvo vienodas.

Tyrimo dalyvavo 8 tyrėjai. Tyrėjai, įvertinę pacientą ir įtraukę jį į tyrimą bei atlikę randomizaciją (priskyrę pacientą kontrolinei ar tiriamajai grupei), kolonoskopijos procedūroje nedalyvavo ir žarnyno paruošimo nevertino. Kolonoskopijos procedūras atliko 3 tyrėjai endoskoptuotojai, kurie apie pacientų informavimo būdą žarnynui paruošti nežinojo. Visi kolonoskopijos tyrimai atlikti pirmoje dienos pusėje.

Indikacijos kolonoskopijai atlikti: kraujavimas virškinimo trakte (13 ligonių), kontrolė po buvusių polipektomijų (13 ligonių), teigiamas slapto kraujavimo virškinimo trakte išmatų testas (11 ligonių), pilvo skausmai (9 ligoniai), įtariamasis navikas (4 ligoniai), pilvo pūtimas (3 ligoniai), pakitęs tuštinimosi pobūdis (2 ligoniai), polipektomija (1 ligonis), svorio kritimas (1 ligonis).

Žarnyno paruošimo kokybę vertinta taikant Bostono žarnyno paruošimo skalę (BŽPS) (bendrasis balų diapazonas – 0–9; 0 rodo labai blogai, 9 – puikiai paruoštą žarnyną) ir Otavos žarnyno paruošimo skalę (OŽPS) (rezultatas svyruoja nuo 14 (labai blogai paruoštas) iki 0 (puikiai paruoštas žarnynas)). Antriniai rezultatai apėmė tinkamo pasiruošimo dažnį (bet kurio storosios žarnos segmento BŽPS balas <2), polipų aptikimo dažnį, biopsija verifikuotą adenomų aptikimo dažnį ir *ileum terminale* intubacijos dažnį.

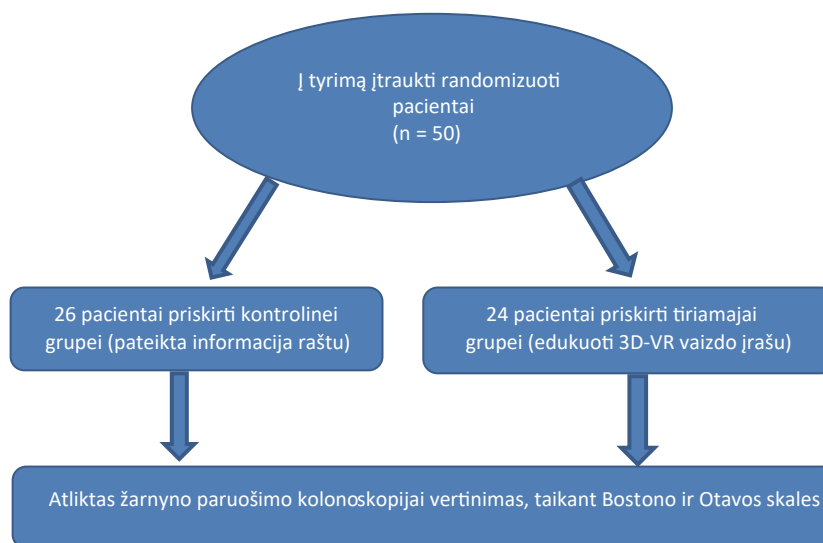
Atliekant statistinę analizę, kategoriniai kintamieji analizuoti naudojant  $\chi^2$  testą arba Fišerio tikslumo testą, o nuolatiniai kintamieji išreikšti vidutinėmis (SD) reikšmėmis ir analizuoti taikant t testą. Rezultatai pateikti kaip dviejų proporcijų skirtumas. Analizei atlikti naudota SPSS programinė įranga, 26 versija (*IBM Corp*). Dviejų skaitmenų po kablelio  $p < 0,05$  reikšmė laikyta statistiškai reikšminga. Visi duomenys analizuoti taikant ketinimo informuoti metodą. Statistiškai buvo lyginami kontrolinės ir tiriamosios grupių rezultatai.



1 pav. 3D-VR akiniai (*Oculus Go* 3D akiniai)



2 pav. 3D-VR akiniai (*Pico* 3D akiniai)



3 pav. Tyrimo schema

## Rezultatai

Iš 50 tyrime dalyvavusių ambulatorinių pacientų 26 priskirti kontrolinei, 24 – tiriamajai grupei (3 pav.). Abi grupės buvo tapačios pagal lyties, amžiaus, kūno masės indekso, gretutinių susirgimų rodiklius. Pacientų duomenys pateikti 1 lentelėje.

1 lentelė. Pacientų duomenys

Duomenys	Pacientai, skaičius / bendrasis skaičius (%)		P reikšmė
	Kontrolinė grupė (n = 26)	Tiriamoji grupė (n = 24)	
Amžius, vidurkis (SD), metai	59(±12,1)	54(±10,67)	0,16
Lytis, skaičius (%)			
Moterys	16 (61,54)	11 (45,83)	0,39
Vyrų	10 (38,46)	13 (54,17)	
KMI, vidurkis (SD)	28,65(±5,51)	27,3(±4,55)	0,35
Alkoholio vartojimas			
Vartojantys nereguliariai	14 (53,85)	17 (70,83)	0,25
Nevartojantys	12 (46,15)	7 (29,17)	

Duomenys	Pacientai, skaičius / bendrasis skaičius (%)		P reikšmė
	Kontrolinė grupė (n = 26)	Tiriamoji grupė (n = 24)	
Rūkymas			
Rūkantys	5 (19,23)	6 (25)	0,44
Nerūkantys	21 (80,77)	18 (75)	
Gretutinės ligos, skaičius (%)			
Hipertenzija	12 (46,15)	8 (33,3)	0,4
Cukrinis diabetas	3 (11,54)	2 (8,33)	0,54
Plaučių patologija	1 (3,85)	1 (4,17)	0,73
Jokių kitų ligų	8 (30,77)	7 (29,17)	0,57
Buvę vidurių užkietėjimai	9 (34,62)	4 (16,67)	0,20

**2 lentelė.** Žarnyno paruošimo vertinimas

Rezultatas	Skaičius (± Standartinė deviacija)		P reikšmė
	Kontrolinė grupė (n = 26)	Tiriamoji grupė (n = 24)	
BŽPS balas, vidurkis (SD)	5,96(±1)	7,58(±1,47)	<0,001
OŽPS balas, vidurkis (SD)	6,58(±2,44)	1,83(±2,32)	<0,001
Procedūros laikas, vidurkis (SD), minutės	23,04(±3,66)	16,5(±4,28)	<0,001

**3 lentelė.** Žarnyno paruošimo vertinimas

Rezultatas	Ligoniai, skaičius (%)		P reikšmė
	Kontrolinė grupė (n = 26)	Tiriamoji grupė (n = 24)	
Tinkamai paruoštas žarnynas	18 (69,23)	23 (95,83)	0,024
Polipų aptikimo dažnis	10 (38,45)	14 (58,33)	0,26
Adenomų nustatymo dažnis	6 (23,07)	6 (25)	0,56
Vėžio aptikimo dažnis	0 (0)	2 (8,33)	0,48
Dantytasis polipas	0 (0)	1 (4,17)	0,23
<i>Ileum terminale</i> intubacijos dažnis	13 (50)	20 (83,33)	0,02

Vidutinis (SD) BŽPS balas buvo statistiškai reikšmingai mažesnis kontrolinėje grupėje, palyginti su 3D-VR vaizdo įrašą stebėjusių tiriamųjų grupe (plg.: 5,96(±1) ir 7,58(±1,47);  $p < 0,001$ ). Vidutiniai (SD) OŽPS balai buvo didesni kontrolinėje grupėje (6,58(±2,44)), palyginti su tiriamąja grupe (1,83(±2,32);  $p < 0,001$ ). Tinkamai paruošto žarnyno rodiklis 3D-VR vaizdo įrašą stebėjusiųjų grupėje buvo didesnis negu kontrolinėje grupėje (plg.: 18 (69,23 %) ir 23 (95,83 %); skirtumas statistiškai reikšmingas ( $p = 0,024$ )) (2, 3 lentelės).

Iš viso tyrimo metu aptikti 24 polipai, iš kurių 12 buvo adenomos. Taip pat nustatyti du piktybiniai navikai. Hiperplastinių polipų, adenomų, piktybinių navikų ir dantytųjų polipų diagnozavimo dažnis buvo aukštesnis 3D-VR vaizdo įrašą stebėjusių tiriamųjų grupėje, tačiau nepasiekė statistiškai patikimo skirtumo galimai dėl mažos imties (3 lentelė).

*Ileum terminale* intubacijos dažnis kontrolinėje grupėje siekė 50 proc. (plg. 3D-VR vaizdo įrašą stebėjusiųjų grupėje – 83,33 proc.;  $p = 0,02$ ). Vidutinis (SD) kolonoskopijos laikas buvo statistiškai reikšmingai trumpesnis tiriamųjų, stebėjusių 3D-VR vaizdo įrašą, grupėje (plg.: 23,04(±3,66) min. ir 16,5(±4,28) min.;  $p = <0,001$ ) (2, 3 lentelės).

## Diskusija

Kolonoskopija laikoma atlikta tinkamai, kai pasiekiami numatytų jos atlikimo kokybės rodiklių (aklosios žarnos intubacija, atitinkamas procedūros laikas ir polipų (adenomų) nustatymo dažnis, galimybė vizualizuoti polipus  $\geq 5$  mm). Šie kokybės rodikliai yra kolonoskopijos efektyvumo matas. Visuotinai pripažįstama, kad tik kvalifikuotai paruoštas žarnynas yra sėkmingos ir tinkamai atliktos kolonoskopijos sąlyga [8]. Dabartinėse gairėse rekomenduojamos ankstyvos kartotinės kolonoskopinės procedūros, kai žarnyno paruošimo kokybė yra nepakankama (bet kurio storosios žarnos segmento BŽPS balas  $< 2$ ) [9, 10].

Dauguma naujesnių tyrimų patvirtina įvairių metodų pacientams mokytį veiksmingumą gerinant žarnyno paruošimą, akcentuojant instrukcijų pacientų žarnynui paruošti laikymąsi, todėl švietimas tampa svarbi priemonė pacientams motyvuoti [11–15].

Sveikatos priežiūros srityje pastaraisiais metais išrasta ir įdiegta naujų metodų, pavyzdžiui, dirbtinis intelektas vaizdams identifikuoti ir ligoms diagnozuoti [16]. Virtualioji realybė – nauja plėtojama technologija, galinti vartotojams suteikti panirimo į virtualiąją realybę jausmą. Šiuo metu tai plačiai taikytina pramogų pasaulyje. Medicinoje virtualioji realybė naudojama mokant anatomijos, endoskopojuotojams ir chirurgams tobulinti, dėmesio trūkumo ir hiperaktyvumo sutrikimui gydyti, skausmui ir nerimui malšinti [17–22].

Pradiniai straipsnyje pristatomo tyrimo duomenys atskleidė, kad kontrolinės grupės BŽPS balas buvo statistiškai reikšmingai mažesnis negu 3D-VR vaizdo įrašą stebėjusių tiriamųjų grupės, o OŽPS balas didesnis. Tai leidžia teigti, kad, naudojant 3D-VR, galima pagerinti žarnyno paruošimo kokybę. Minėtina ir tai, kad, kolonoskopijos tyrimui tinkamai paruošus žarnyną, pacientų skaičius ir aklosios žarnos intubacijos dažnis 3D-VR vaizdo įrašą stebėjusiųjų grupėje statistiškai reikšmingai padidėjo, palyginti su kontroline grupe, o procedūros laikas sumažėjo.

Tikėtina, kad, palyginti su įprastais edukacijos metodais, taikant naujasias 3D-VR technologijas, pacientai gauna išsamią ir suprantamą informaciją prieš procedūrą, sukurtas tikrovės pojūtis gali veiksmingai sumažinti jų nerimą, kelti susidomėjimą ir didinti motyvaciją, leidžia geriau suvokti, ką reikia atkreipti dėmesį prieš procedūrą ir po jos, padeda suprasti ir įsiminti žarnyno paruošimo seką, sutelkti dėmesį į nurodymus ir taip užtikrinti žarnyno paruošimo instrukcijų laikymąsi [23–25].

Išskirtina keletas straipsnyje pristatomo tyrimo ribotumo aspektų. Pirmiausia, tyrimas vienacentris, nors ir atliekamas tretinio lygio ligoninėje (RVUL). Antra, konstatuojama, kad pacientų, kurių žarnynas paruoštas geriau, storosios žarnos patologijų aptikimo dažnis yra didesnis, tačiau skirtumas nėra statistiškai reikšmingas. Galima manyti, kad tai lemia kol kas nepakankama pacientų imtis, nes tyrimas dar nebaigtas. Galiausiai, 3D-VR poveikis pacientų edukacijai lyginamas tik su įprastiniu rašytiniu edukacijos metodu, todėl ateityje, atliekant tyrimus, 3D-VR tikslinga lyginti ir kitais mokymo metodais, pavyzdžiui, su telefono skambučiais ar tekstinių žinučių priminimais.

## Išvados

Atlikto tyrimo pirmieji duomenys parodė, kad 3D-VR vaizdo įrašų naudojimas pacientams mokytį pagerino žarnyno paruošimo kokybę, storojo žarnyno vizualizaciją ir galimai padidino patologijų storajame žarnyne aptikimo dažnį, taip pat sutrumpino procedūros laiką.



## Literatūra

1. Beck DE. Bowel preparation for colonoscopy. *Clin Colon Rectal Surg* 2010; 23(1): 10–13.
2. Bechtolda ML, Mira F, Pulib SR, Nguyenc DL. Optimizing bowel preparation for colonoscopy: a guide to enhance quality of visualization. *Ann Gastroenterol* 2016; 29(2): 137–146.
3. Romero RV, Mahadeva S. Factors influencing quality of bowel preparation for colonoscopy. *World Journal of Gastrointestinal Endoscopy* 2013; 5(2): 39–46.
4. Angulo-Rodríguez L, Gao X, Filip D, Andrews CN, Mintchev MP. Automated system for quantifying the level of preparation in colonoscopy. *Information Models and Analyses*, 2012; 1: 226–235.
5. Hautefeuille G, Lapuelle J, Chaussade S, Ponchon T, Molard BR, Coulom P, Laugier R, Henri F, Cadiot G. Factors related to bowel cleansing failure before colonoscopy: results of the PACOME study. *United European Gastroenterol Journal* 2014; 2(1): 22–29.
6. Lorenzo-Zúñiga V, Moreno-de-Vega V, Boix J. Preparation for colonoscopy: types of scales and cleaning products. *Rev Esp Enferm Dig* 2012; 104(8): 426–431.
7. Zhao Y, Xie F, Bai X, Yang A, Wu D. Educational virtual reality videos in improving bowel preparation quality and satisfaction of outpatients undergoing colonoscopy: protocol of a randomised controlled trial. *BMJ Open*; 9(8): e029483.
8. Kildušis E, Brimas G. Edukacijos būdų (metodų) įtaka ruošiant žarnyną kolonoskopijai: sisteminė literatūros apžvalga. *Lietuvos chirurgija* 2021; 20(3–4): 135–150.
9. Hassan C, East J, Radaelli F, Spada C, Benamouziq R, Bisschops R, Bretthauer M, Dekker E, Dinis-Ribeiro M, Ferlitsch M, Fuccio L, Awadie H, Gralnek I, Jover R, Kaminski MF, Pellisé M, Triantafyllou K, Vanella G, Mangas-Sanjuan C, Frazzoni L, Van Hooft JE, Dumonceau JM. Bowel preparation for colonoscopy: European Society of Gastrointestinal Endoscopy (ESGE) Guideline – Update 2019. *Endoscopy* 2019; 51(8): 775–794.
10. Clark BT, Rustagi T, Laine L. What level of bowel prep quality requires early repeat colonoscopy: systematic review and meta-analysis of the impact of preparation quality on adenoma detection rate. *Am J Gastroenterol* 2014; 109(11): 1714–1723.
11. Park JS, Kim MS, Kim H, Kim SI, Shin CH, Lee HJ, Lee WS, Moon S. A randomized controlled trial of an educational video to improve quality of bowel preparation for colonoscopy. *BMC Gastroenterology* 2016; 16(1): 64.
12. Ho LH, Montealegre JR, Al-Arabi S, Jibaja-Weiss ML, Suarez MG. Impact of colonoscopy preparation video on Boston Bowel Preparation Scale Score. *Gastroenterol Nurs* 2019; 42(3): 251–258.
13. Liu C, Song X, Hao H. Educational video followed by retelling bowel preparation process to improve colonoscopy bowel preparation quality: a prospective nursing intervention study. *Med Sci Monit* 2018; 24: 6029–6037.
14. Liu X, Luo H, Zhang L, Leung FW, Liu Z, Wang X, Huang R, Hui N, Wu K, Fan D, Pan Y, Guo X. Telephone-based re-education on the day before colonoscopy improves the quality of bowel preparation and the polyp detection rate: a prospective, colonoscopist-blinded, randomised, controlled study. *Gut* 2014; 63(1): 125–130.
15. Jeon SC, Kim JH, Kim SJ, Kwon HJ, Choi YJ, Jung K, Kim SE, Moon W, Park MI, Park SJ. Effect of sending educational video clips via smartphone mobile messenger on bowel preparation before colonoscopy. *Clin Endosc* 2019; 52(1): 53–58.
16. Niel O, Bastard P. Artificial intelligence in nephrology: core concepts, clinical applications, and perspectives. *Am J Kidney Dis* 2019; 74(6): 803–810.
17. Mahmood T, Scaffidi MA, Khan R, Grover SC. Virtual reality simulation in endoscopy training: current evidence and future directions. *World J Gastroenterol* 2018; 24(48): 5439–5445.
18. Sugden C, Aggarwal R, Banerjee A, Haycock A, Thomas-Gibson S, Williams CB, Darzi A. The development of a virtual reality training curriculum for colonoscopy. *Ann Surg* 2012; 256(1): 188–192.
19. Yap KY, Koh DWH, Lee VSJ, Wong LL. Use of virtual reality in the supportive care management of paediatric patients with cancer. *Lancet Child Adolesc Health* 2020; 4(12): 899–908.
20. Chuan A, Zhou JJ, Hou RM, Stevens CJ, Bogdanovych A. Virtual reality for acute and chronic pain management in adult patients: a narrative review. *Anaesthesia* 2021; 76(5): 695–704.

21. Blokzijl SJ, Lamberts KF, van derWaaaj LA, Spikman JM. Willingness to undergo colonoscopy with virtual reality instead of procedural sedation and analgesia. *Eur J Gastroenterol Hepatol* 2019; 31(3): 334–339.
22. Veldhuijzen G, Klaassen NJM, VanWezel RJA, Drenth JPH, Van Esch AA. Virtual reality distraction for patients to relieve pain and discomfort during colonoscopy. *Endosc Int Open* 2020; 8(7): E959–E966.
23. Singh A, Ferry D, Ramakrishnan A, Balasubramanian S. Using virtual reality in biomedical engineering education. *J Biomech Eng* 2020; 142(11): 111013.
24. Yang C, Sriranjjan V, Abou-Setta AM, Poluha W, Walker JR, Singh H. Anxiety associated with colonoscopy and flexible sigmoidoscopy: a systematic review. *Am J Gastroenterol* 2018; 113(12): 1810–1818.
25. Shafer LA, Walker JR, Waldman C, Yang C, Michaud V, Bernstein CN, Hathout L, Park J, Sisler J, Restall G, Wittmeier K, Singh H. Factors associated with anxiety about colonoscopy: the preparation, the procedure, and the anticipated findings. *Dig Dis Sci* 2018; 63(3): 610–618.