

## 3D NYOMTATOTT MODELLEK SZEREPE MŰTÉTI TERVEZÉS SORÁN – IRODALMI ÁTTEKINTÉS ÉS KEZDETI TAPASZTALATAINK

### THE ROLE OF 3D PRINTED ANATOMICAL MODELS IN PREOPERATIVE PLANNING – LITERATURE REVIEW AND OUR INITIAL EXPERIENCES

ZSÁKAI ZSOLT<sup>1</sup> – KEMÉNY RAFAEL

Borsod-Abaúj-Zemplén Vármegyei Központi Kórház és Egyetemi Oktatókórház  
Ortopéd Sebészeti Osztály

#### Összefoglalás

A 3D nyomtatás egyre szélesebb körben történő elterjedése és megjelenése az egészségügyi ellátás bizonyos ágazataiban, lehetővé teszi, hogy egyes képalkotó vizsgálatok alapján (CT, MRI) készített 3D nyomtatással előállított modellek hozzásegítsék az ellátó személyzetet néhány komplex anatómiaelváltozás pontosabb megértéséhez. Ennek segítségével műtét előtti tervezés során azonosíthatóak azok a kritikus mozzanatok, melyekkel műtét során szembe-sülhet a sebész. Kezdeti próbálkozásainkkal arra keressük a választ, hogy mennyiben könnyíti meg a műtét előtti tervezést egy 3D nyomtatott modell (gyorsabb módszerváltás, műtét idő rövidülése), a tervezés során mért paraméterek mennyire egyeznek meg a valós, intraoperatív kialakult helyzettel, és az ezzel szerzett tapasztalatok hogyan ültethetőek át a napi gyakorlatba.

**Kulcsszavak:** 3D nyomtatott modell, műtét előtti tervezés, csípőprotézis

#### Summary

The increasing spread of 3D printing and its appearance in certain sectors of healthcare make it possible for 3D printed models created on the basis of certain imaging examinations (CT and MRI) to help care staff to better understand some complex anatomical lesions. This helps identify critical moments that the surgeon may face during surgery. With our initial attempts, we are looking for the answer to how much a 3D printed model facilitates pre-operative planning (faster method change, shortening of surgical time), to what extent the parameters measured during planning match the real, intraoperative situation, and how the experiences gained with this can be transferred to daily practice.

**Keywords:** 3D printed model, preoperative planning, hip prosthesis

---

<sup>1</sup> Levelező szerző: Dr. Zsákai Zsolt; Borsod-Abaúj-Zemplén Vármegyei Központi Kórház és Egyetemi Oktatókórház Ortopéd Sebészeti Osztály, 3526 Miskolc, Szentpéteri kapu 72–76.; [zsakaizsolt@zsakaizsolt.com](mailto:zsakaizsolt@zsakaizsolt.com), +36-30-779-8233.

## IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A 3D nyomtatott technológiák térnyerését jól szimbolizálja az ezzel kapcsolatosan leközölt cikkek számának rohamos emelkedése.

Philip Tack és mtsai. [1] által az egyik legnépszerűbb egészségügyi tudományos gyűjtemény honlapjának keresőmotorját használva készített irodalmi áttekintő közlése alapján, 2000 előtt a témában leközölt cikkek száma összesen kettő volt, majd a 2000-es évek közepétől meredeken emelkedő tendenciát mutatott; 2015-ben az ezzel kapcsolatos közlések száma már 70 fölötti volt. A 3D nyomtatási technológia alkalmazási körét tekintve az áttekintett cikkek túlnyomó részében sebészi „vezérfonalként” az átláthatóságot segítő, műtét előtti tervezéshez használt modellekkel szerzett tapasztalatok kerültek leírásra, valamint az egyedi instrumentáriumokkal elért eredmények, kisebb részben egyedi implantátumok alkalmazása lett leközölve.

D. G. Alemayehu és mtsai. [2] gerinc-, csípő-, térd- és bokarekonstrukciós műtétek előtt nagy számban elvégzett 3D nyomtatott modellek használatával rávilágítottak arra, hogy ezen járulékos technikák komplex esetekben nagyban megkönnyítik a preoperatív tervezést, és hosszú távon a napi rutin részévé is válhatnak. A szélesebb körben való elterjedést segítheti, hogy bár az egyszerűbb technikával készült 3D modellek minimálisan pontatlanabbak voltak, mint egy költséges képfeldolgozó szoftveren és profi high-end resin nyomtatón készült verzió, de az olcsóbb módszerrel előállított preparátumok is ugyanolyan hasznosnak bizonyultak a műtét előtti tervezés során, mint a drágább előállítási költségű modellek. [3]

P.E. Fadero és mtsai. [4] áttekintő cikkében szintén a 3D nyomtatott modellek alkalmazási lehetőségeit gyűjtötték össze, főleg a csípőízület akut töréssel szövődött, degeneratív és tumoros folyamat miatt indikált műtétek esetén. Kihangsúlyozták, hogy a nyomtatott modell nagyban hozzájárul az adott elváltozás vizualizálásához, elősegíti preoperatív a megfelelő műtétnem és kiemelten a megfelelő implantátumtípus kiválasztását, és ezek együttesen egy betegspecifikusabb ellátást, hosszabb implantátum-élettartamot tesznek lehetővé. M. Galvez és munkacsoportja által végzett kis esetszámú tanulmány a szokványostól eltérő, konvencionális technikákkal nem, vagy nehezen ellátható esetekben látta előnyösnek modellek alkalmazását. [5]

A legtöbb vizsgálat azonban arra irányult, hogy egy preoperatív tervezés során alkalmazott 3D modell milyen hatással van a műtéti időtartamra, kockázatokra, vérvesztésre, funkcionális eredményekre. Zhang Y. D. és mtsai. által végzett metaanalízis kimutatta, hogy traumás medence és acetabulum sérülések ellátása során használt 3D modellek jelentősen rövidebb műtéti időt, kevesebb vérvesztést és intraoperatív szövődményt eredményeztek a kontrollcsoporthoz képest. [6]. Hallux valgus műtéti tervezése során is publikáltak 3D modell használatot műtéti tervezéshez, amely szintén jobb rálátást engedett a beteg-specifikus anatómia vonatkozásában és ez jobb műtét utáni funkcionális score értékekben is megmutatkozott. [7] Hasonló eredményt hoztak azok a vizsgálatok, ahol gerinctörések műtéti ellátása [8], illetve atlanto-axialis ficam ellátása során vizsgálták a műtéti időt, szövődményrátát és a vérvesztést [9]. Ezekben a nyilvánvaló előnyökön kívül kimutatták (főleg traumatológiai

indikációval végzett műtétek esetén) az intraoperatív röntgenidő csökkenését, így a beteg és a személyzet sugárterhelésének csökkenését. [10]

Ortopéd sebészeti és traumatológiai ellátáson túl, számos más szakterületen teret hódít a műtéti előtti tervezésben a 3D modellek alkalmazása. Ezek közül kiemelendő a májsebészet (főleg tumoros indikációval) [11], nőgyógyászati [12], szájssebészeti beavatkozások [13], szívsebészeti [14] és idegsebészeti esetek tervezése [15], valamint invazív radiológiai ellátás előkészítése során [16].

A fentebb leírt következtésekből egyértelmű, hogy a 3D nyomtatott technológiák alkalmazása a műtéti tervezésben egyrészt hasznosak a sebész számára, másrészt előnyösek a beteg részére, de D. H. Ballard és mtsai. [17] által közölt cikk szerint költséghatékonyak is abból a szempontból, hogy az általuk vizsgált anyagban mind a 3D nyomtatott modellek, mind az egyedi 3D nyomtatott vágósablonok esetében is jelentős műtétiidő-csökkenést sikerült kimutatni. Ez szintén előny a beteg részére is, de az intézményfenntartó számára is mérlegelendő, hogy ezekkel a technikákkal adott esetben több beavatkozás is elvégezhető adott idő alatt. Bár a fenti tanulmány főleg ortopédia- és szájssebészeti esetekre fókuszál, hasi sebészeti területen is (főleg májsebészeti vonatkozásban) kimutatták 3D nyomtatott modellek alkalmazásának költséghatékonyágát [18], sőt már állatgyógyászati szakterületen is jelentek meg ezzel kapcsolatos publikációk [19].

K. C. Wong [20] által leírt közlemény szintén a fentebb leírt előnyöket tagalja, kiemelve, hogy egy komplex medencekörnyéki csontvesztéses állapot – akár degeneratív, tumoros vagy traumás etiológiájú – pontosabb megértéséhez, a beteg „saját” anatómiájának jobb vizualizálásához vezet a 3D nyomtatott modellek használata. Cikkében azonban más, jövőbe mutató lehetőségeket is bemutatnak 3D nyomtatási technológiát illetően, mint például az egyedi betegspecifikus instrumentumokat, és az aktuálisan elérhető leginkább személyre szabott ellátási módot, az egyedi 3D nyomtatással készült implantátumokat.

A fenti konkrét sebésztechnikai előnyökön kívül az orvos-beteg kommunikációban is van kimutatott pozitív hozadéka a 3D anatómiamodellek alkalmazásának. Növelik a beteg elégedettségét [21], elősegítik a terápiával kapcsolatos közös döntéshozatalt [22] és minőségibb beteg edukációt tesznek lehetővé [23].

Nem utolsósorban pedig M. C. Giroto és mtsai. által [24] leközölt tanulmány összegzéseként elmondható, hogy a 3D nyomtatott modellek alkalmazása műtéti tervezés során nemcsak tapasztalt, operáló orvosoknak lehet hasznára a napi betegellátás során, hanem kiemelten hatékony eszköz az oktatás, szakorvosképzés területén. Erre a következtetésre jutott A. Frithioff és munkacsoportja azzal a kiegészítéssel, hogy 3D modellekkel a cadaveren végzett gyakorló beavatkozások egy része is elkerülhető, [25]. Erre vonatkozó kontrollált kohort tanulmány készült is, fogorvosi szakképzésben részt vevő hallgatók bevonásával, ahol szintén eredményesnek találták a 3D nyomtatott modelleket [26].

## MÓDSZER

A fentiek alapján kísérletet tettünk annak bizonyítására, hogy a rutinszerű esetektől eltérő műtéti helyzetekben valóban tud-e egy előzetes kinyomtatott 3D modell segítséget nyújtani. Kezdeti próbálkozásunk során szakrendeléseinken jelentkező betegeink közül olyan csípőprotézis-beültetésre váró pácienseket választottunk ki, akiknél a műtét előtti kivizsgálás alapvető vizsgálataként elvégzett antero-posterior irányú összehasonlító csípőröntgen-felvételen, etiológiától függetlenül valamilyen komplex csípőízületi elváltozás volt észlelhető. Betegszelekción során főleg a Paprosky 1, 2A, 2B [27], dominánsan az ízületi vápatetőt érintő csontdefektussal bíró eseteket választottuk ki. (1. kép). Ezen kritériumokkal öt beteget emeltünk ki, melyből 3 férfi, 2 nő, életkoruk 40 és 83 év közötti. A műtéti területről készített CT modalitású képanyagot (2. kép) az interneten ingyenes fellelhető 3D SLICER program segítségével feldolgoztuk, a CT-képekből 3D modellezéshez felhasználható .stl, illetve .pwmx kiterjesztésű file-okat generáltunk, melyeket felhasználva Anycubic Photon Mono X típusú resin (gyanta) 3D nyomtató segítségével 1 : 1 arányú modellt készítettünk a vizsgált ízületéről (3. kép). A kész 3D nyomtatott modellt mosással és UV-kezeléssel tettük alkalmassá a további feldolgozásra. A tervezett műtéti beavatkozás előtt az adott beteg 3D nyomtatott modelljén a műtét során is használatos instrumentárium segítségével, szakmai irányelveknek megfelelően az implantátum tervezett helyét és méretét kialakítottuk (4. kép). Az elért eredményt a műtétet követően készített röntgenfelvétellel is ellenőriztük (5. kép).

## EREDMÉNYEK

Kezdeti próbálkozásaink során az öt kiválasztott betegből három esetben sikerült a definitív műtéti ellátást is beleértve végigvinni a fentebb taglalt folyamatot. Bár az alacsony esetszám miatt vizsgálatunk korlátozott értékű, de minden esetben a műtét előtti 3D modellen végzett kialakítással megegyező méretű implantátum került beültetésre, és az az opció is előre megbecsülhető volt, hogy a röntgenfelvételen, CT-n, majd a végleges modellen észlelt vápatetőt érintő csonthiány miatt speciális kiegészítő implantátum alkalmazása a műtét során szükséges lesz-e, és ha igen, milyen méretben. A kevés esetszám miatt jelenleg csak limitációk meghatározásával tudjuk kijelenteni, de szubjektív megítélésünk szerint a műtét alatti döntési folyamatot az előzetes 3D minta használata gyorsította, így a műtéti idő is vélhetően rövidebb volt, mint a modellek használata nélkül lett volna.

## KÖVETKEZTETÉS

Az irodalomban fellelhető adatoknak megfelelően kisszámú vizsgálatunkban úgy találtuk, hogy a 3D nyomtatott modellek alkalmazása valóban elősegíti komplex elváltozások pontosabb megértését. Előzetesen modellen elvégzett „próbaműtét” hozzájárul a beteg egyéni adottságaihoz legjobban igazodó implantátumtípus és -méret kiválasztásához és végső soron egy személyre szabottabb ellátást tesz lehetővé. 3D anatómiai modellek nagy előnye továbbá, hogy bizonyos implantátumelhelyezéssel

kapcsolatos nehézségekkel az ellátó személyzet nem műtét alatt találkozik először, hanem a műtéti előtti tervezés során már identifikálhatóak bizonyos kritikus mozzanatok, így azokra előre fel lehet készülni, ami pedig gyorsabb, pontosabb intraoperatív döntéseket eredményez, így csökkentve a műtéti időt, ezzel bizonyos szövődmények valószínűségét is. Az alacsony esetszám miatt vizsgálatunk nyilván korlátozott értékű, de a jövőben egyre több beteg bevonásával egy reprezentatívabb jellegű tanulmány elkészítése, valamint kifejezetten komplex esetekben a napi szintű gyakorlatba történő átültetése tervben van.

#### IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Tack, P., Victor, J., Gemmel, P., Annemans, L. (2016). 3D-printing techniques in a medical setting: a systematic literature review. *BioMedical Engineering OnLine*, Vol. 15. 2016 Oct., <https://doi.org/10.1186/s12938-016-0236-4>.
- [2] Alemayehu, D. G., Zhang, Z., Tahir, E., Gateau, D., Zhang, D. F., Ma, X. (2021). Preoperative Planning Using 3D Printing Technology in Orthopedic Surgery. *BioMed Res. Int.*, 2021 Oct., <https://doi.org/10.1155/2021/7940242>.
- [3] Salazar, D. A., Cramer, J., Markin, N. W., Hunt, N. H., Linke, G., Siebler, J., Zuniga, J. (2022). Comparison of 3D printed anatomical model qualities in acetabular fracture representation. *Ann. Transl. Med.*, 2022 Apr., 10 (7), p. 391. <https://doi.org/10.21037/atm-21-5069>  
PMID: 35530954; PMCID: PMC9073767.
- [4] Fadero, P. E., Shah, M. (2014). Three dimensional (3D) modelling and surgical planning in trauma and orthopaedics, *The Surgeon*, 2014. Dec., 12 (6), pp. 328–333.
- [5] Galvez, M., Asahi, T., Baar, A., Carcuro, G., Cuchacovich, N., Fuentes, J. A., Mardones, R., Montoya, C. E., Negrin, R., Otayza, F., Rojas, G. M., Chahin, A. (2018). Use of Three-dimensional Printing in Orthopaedic Surgical Planning. *J. Am. Acad. Orthop. Surg. Glob. Res. Rev.*, 2018 May 17, 2 (5), e071. <https://doi.org/10.5435/JAAOSGlobal-D-17-00071>  
PMID: 30211394; PMCID: PMC6132335.
- [6] Zhang, Y. D., Wu, R. Y., Xie, D. D., Zhang, L., He, Y., Zhang, H. (2018). Effect of 3D printing technology on pelvic fractures: a Meta-analysis. *Zhongguo Gu Shang*, 2018 May 25, 31 (5), pp. 465–471. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1003-0034.2018.05.013>  
PMID: 29890808
- [7] Ozturk, A. M., Suer, O., Coban, I., Ozer, M. A., Govsa, F. (2020). Three-Dimensional Printed Anatomical Models Help in Correcting Foot Alignment in Hallux Valgus Deformities. *Indian J. Orthop.*, 2020 Apr. 23, 54 (Suppl. 1), pp. 199–209, <https://doi.org/10.1007/s43465-020-00110-w>  
PMID: 32952931; PMCID: PMC7474028.

- [8] Öztürk, A. M., Süer, O., Govsa, F., Özer, M. A., Akçalı, Ö. (2022). Patient-specific three-dimensional printing spine model for surgical planning in AO spine type-C fracture posterior long-segment fixation. *Acta Orthop. Traumatol. Turc.*, 2022 March, 56 (2), pp. 138–146.  
<https://doi.org/10.5152/j.aott.2021.21332>  
PMID: 35416167; PMCID: PMC9612656
- [9] Tu, Q., Chen, H., Ma, X. Y., Wang, J. H., Zhang, K., Xu, J. Z., Xia, H. (2021). Usefulness of a Three-Dimensional-Printed Model in the Treatment of Irreducible Atlantoaxial Dislocation with Transoral Atlantoaxial Reduction Plate. *Orthop. Surg.*, 2021 May, 13 (3), pp. 799–811.  
<https://doi.org/10.1111/os.12961>  
Epub 2021 Mar 15. PMID: 33719205; PMCID: PMC8126926
- [10] Ozturk, A. M., Suer, O., Derin, O., Ozer, M. A., Govsa, F., Aktuglu, K. (2020). Surgical advantages of using 3D patient-specific models in high-energy tibial plateau fractures. *Eur. J. Trauma. Emerg. Surg.*, 2020 Oct., 46 (5), pp. 1183–1194, <https://10.1007/s00068-020-01378-1>.  
Epub 2020 May 6. PMID: 32377923
- [11] Soon, D. S., Chae, M. P., Pilgrim, C. H., Rozen, W. M., Spychal, R. T., Hunter-Smith, D. J. (2016). 3D haptic modelling for preoperative planning of hepatic resection: A systematic review. *Ann. Med. Surg. (London)*, 2016 July 12, 10, pp. 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.amsu.2016.07.002>.  
PMID: 27489617; PMCID: PMC4959920.
- [12] Flaxman, T. E., Cooke, C. M., Miguel, O. X., Sheikh, A. M., Singh, S. S. (2021). A review and guide to creating patient specific 3D printed anatomical models from MRI for benign gynecologic surgery. *3D Print Med.*, 2021 Jul 5, 7 (1), p. 17. <https://doi.org/10.1186/s41205-021-00107-7>.  
PMID: 34224043; PMCID: PMC8256564
- [13] Cohen, A., Laviv, A., Berman, P., Nashef, R., Abu-Tair, J. (2009). Mandibular reconstruction using stereolithographic 3-dimensional printing modeling technology. *Oral. Surg. Oral. Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, 2009 Nov., 108 (5), pp. 661–666, <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2009.05.023>.  
Epub 2009 Aug 28. PMID: 19716728.
- [14] Gomes, E. N., Dias, R. R., Rocha, B. A., Santiago, J. A. D., Dinato, F. J. S., Saadi, E. K., Gomes, W. J., Jatene, F. B. (2018). Use of 3D Printing in Preoperative Planning and Training for Aortic Endovascular Repair and Aortic Valve Disease. *Braz. J. Cardiovasc. Surg.*, 2018 Sept.–Oct.; 33 (5), pp. 490–495.  
<https://doi.org/10.21470/1678-9741-2018-0101>  
PMID: 30517258; PMCID: PMC6257534
- [15] Waran, V., Narayanan, V., Karuppiah, R., Pancharatnam, D., Chandran, H., Raman, R., Rahman, Z. A., Owen, S. L., Aziz, T. Z. (2014). Injecting realism

- in surgical training-initial simulation experience with custom 3D models. *J. Surg. Educ.*, 2014 March–Apr., 71 (2), pp. 193–197.  
<https://doi.org/10.1016/j.jsurg.2013.08.010>  
Epub 2013 Nov 22. PMID: 24602709.
- [16] Stana, J., Grab, M., Kargl, R., Tsilimparis, N. (2022). 3D printing in the planning and teaching of endovascular procedures. *Radiologie (Heidelb.)*, 2022 Dec., 62 (Suppl. 1), pp. 28–33, <https://doi.org/10.1007/s00117-022-01047-x>.  
Epub 2022 Sep 16. PMID: 36112173
- [17] Ballard, D. H., Mills, P., Duszak, R., Weisman, J. A., Rybicki, F. J., Woodard, P. K. (2020). Medical 3D Printing Cost-savings in Orthopedic and Maxillofacial Surgery: Cost Analysis of Operating Room Time Saved with 3D Printed Anatomic Models and Surgical Guides. *Academic Radiology*, 2020 Aug., 27 (8), pp. 1103–1113.
- [18] Witowski, J. S., Pędziwiatr, M., Major, P., Budzyński, A. (2017). Cost-effective, personalized, 3D-printed liver model for preoperative planning before laparoscopic liver hemihepatectomy for colorectal cancer metastases. *Int. J. Comput. Assist. Radiol. Surg.*, 2017 Dec., 12 (12), pp. 2047–2054.  
<https://doi.org/10.1007/s11548-017-1527-3>  
Epub 2017 Jan 31. PMID: 28144830; PMCID: PMC5702382
- [19] Bejdić, Pamela & Turkić, Nerma & Škaljić, Edin (2021). Cost-effectiveness of 3d printing of anatomical models. *Veterinaria*, 70, pp. 9–14.  
<https://doi.org/10.51607/22331360.2021.70.S1.9>
- [20] Wong, K. C. (2016). 3D-printed patient-specific applications in orthopedics. *Orthop. Res. and Rev.*, 8, pp. 57–66.
- [21] Zheng, W., Chen, C., Zhang, C., Tao, Z., Cai, L. (2018). The Feasibility of 3D Printing Technology on the Treatment of Pilon Fracture and Its Effect on Doctor-Patient Communication. *Biomed. Res. Int.*, 2018 Jan. 18, 2018:8054698.  
<https://doi.org/10.1155/2018/8054698>  
PMID: 29581985; PMCID: PMC5822891
- [22] van de Belt, T. H., Nijmeijer, H., Grim, D., Engelen, L. J. L. P. G., Vreken, R., van Gelder, M. M. H. J., Ter Laan, M. (2018). Patient-Specific Actual-Size Three-Dimensional Printed Models for Patient Education in Glioma Treatment: First Experiences. *World Neurosurg.*, 2018 Sep., 117, e99–e105.  
<https://doi.org/10.1016/j.wneu.2018.05.190>  
Epub 2018 Jun 2. PMID: 29870846.
- [23] Biglino, G., Capelli, C., Leaver, L. K., Schievano, S., Taylor, A. M., Wray, J. (2015). Involving patients, families and medical staff in the evaluation of 3D printing models of congenital heart disease. *Commun. Med.*, 12 (2–3), pp. 157–169, <https://doi.org/10.1558/cam.28455>.  
PMID: 29048144

- 
- [24] Girotto, M. C., de Lucena, R. L., Schwartzmann, C. R., Neto, A. S. U., Introini, G. O., Spinelli, L. F. (2021). Use of 3D Printing in Planning the Reconstruction of Total Hip Arthroplasty: A Teaching Tool. *Rev. Bras. Ortop. (Sao Paulo)*, 2021 Dec., 56 (6), pp. 809–812.
- [25] Frithioff, A., Weiss, K., Friendø, M., Senn, P., Mikkelsen, P. T., Sieber, D., Sørensen, M. S., Pedersen, D. B., Andersen, S. A. W. (2023). 3D-printing a cost-effective model for mastoidectomy training. *3D Print Med.*, 2023 Apr. 17, 9 (1), p. 12, <https://doi.org/10.1186/s41205-023-00174-y>. PMID: 37062800; PMCID: PMC10108487
- [26] Seifert, L. B., Schnurr, B., Herrera-Vizcaino, C., Begic, A., Thieringer, F., Schwarz, F., Sader, R. (2020). 3D-printed patient individualised models vs cadaveric models in an undergraduate oral and maxillofacial surgery curriculum: Comparison of student’s perceptions. *Eur. J. Dent. Educ.*, 2020 Nov., 24 (4), pp. 799–806, <https://doi.org/10.1111/eje.12522>. Epub 2020 Mar 14. PMID: 32133720
- [27] Paprosky, W. G., Perona, P. G., Lawrence, J. M. (1994). Acetabular defect classification and surgical reconstruction in revision arthroplasty: a 6-year follow-up evaluation. *J. Arthroplasty*, 9 (1), pp. 33–44.



**KÉPEK**

**1. kép**



**2. kép**



**3. kép****4. kép**

5. kép

