



**Állatorvostudományi Egyetem**  
**Belgyógyászati Tanszék és Klinika**

**Húgyúti katéter beültetés gyakorlati oktatása modell  
segítségével macskában**

Mannequin based education of urethral catheterisation of tomcats

Készítette: **Berki Boglárka**

Témavezető: **Dr. Balogh Márton**, Egyetemi Adjunktus

Belgyógyászati Tanszék és Klinika

## Absztrakt

Diplomamunkám témája egy kandúr macska katéter modell készítése. Részletezésre kerül a kandúr macska húgycsővének sajátos anatómiája, mely megnehezíti a húgycső katéterezését és predisponál egyes betegségekre, sérülésekre. Ismertetem az ehhez kapcsolódó kórképeket, illetve a katéterezés veszélyeit és helyes menetét. Megemlítem a Skills Lab fontosságát és más egyetemek próbálkozását a modell megvalósítására. Bemutatom a modell tervezéséhez és megvalósításához használt ötleteket, azonban a gyakorlati kivitelezése végül nem sikerült.

The aim of my thesis is to create a mannequin for urethral catheterization of tomcats. The special urethral anatomy of tomcats is discussed which leads to complication and difficulties in catheterization, as well as predisposes them to certain diseases and injuries. The related medical conditions and the correct method of urethral catheterization are elaborated upon. The importance of Skills Lab and the attempt by other universities to create this mannequin is mentioned. Ideas for designing and constructing the mannequin are presented, although the execution proved to be unsuccessful.

# Tartalomjegyzék

<b>1. BEVEZETÉS</b>	<b>5</b>
<b>2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS</b>	<b>6</b>
2.1 UROGENITALIS SZERVRENDSZER ANATÓMIÁJA	6
2.1.1 Vese	7
2.1.2 Húgyvezeték	7
2.1.3 Húghólyag	8
2.1.4 Húgycső	9
2.1.5 Pénisz	11
2.2 ALSÓ HÚGYUTAK BETEGSÉGEI	12
2.2.1 Általános jellemzők	12
2.2.2 Húgykövesség	13
2.2.2.1 Struvit kő	13
2.2.2.2 Oxalát kő	14
2.2.2.3 Urátkő	15
2.2.2.3 Cystolithiasis	16
2.2.2.4 Urethrolithiasis	17
2.2.3 A húghólyag repedése	19
2.2.4 A húgycső sérülése	20
2.2.5 A húgycső szűkülete	21
2.3 KATÉTERTÍPUSOK ÉS HASZNÁLATUK	22
2.4 SKILLS LABORATORY	23
<b>3. ANYAG ÉS MÓDSZER</b>	<b>25</b>
3.1 A MODELL MEGTERVEZÉSE	25
3.2 A MODELL 3D NYOMTATÁSA	27
3.3 AZ ÖNTŐFORMA MEGTERVEZÉSE	28
3.4 AZ ÖNTŐFORMA NYOMTATÁSA	29
3.5 A MODELL KIÖNTÉSE SZILIKONNAL	31
<b>4. EREDMÉNYEK</b>	<b>33</b>
<b>5. KÖVETKEZTETÉSEK</b>	<b>36</b>
<b>6. ÖSSZEFOGLALÁS</b>	<b>37</b>
<b>7. BIBLIOGRÁFIA</b>	<b>38</b>
<b>8. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS</b>	<b>41</b>

## Rövidítések jegyzéke

a. – arteria

v. – vena

m. – musculus

FLUTD – Feline Lower Urinary Tract Disease

FIC – Feline Idiopathic Cystitis

# 1. Bevezetés

Diplomamunkám célja egy kandúr macska katéter modell készítése. A dolgozatomban kitérek azokra a betegségekre, ahol a húgycsőkatéterezést terápiás vagy diagnosztikai célból ajánlott elvégezni. Ez sokszor, akár életmentő beavatkozás is lehet és a nem megfelelően elvégzett katéterezés súlyos komplikációkhoz vezethet. A beavatkozást nehezíti a kandúr macska sajátos anatómiája, ezt később a dolgozatomban részletesen bemutatom.

A húgycsőkatéterezés invazív beavatkozásnak minősül, amit kandúr macskáknál altagásban kell elvégezni, ezért nem etikus az oktatása élő állaton. Jelenleg egyetemünkön nincsen erre a célra szánt elérhető modell, aminek segítségével a hallgatók és állatorvosok gyakorolni tudnák a katéterezés helyes menetét.

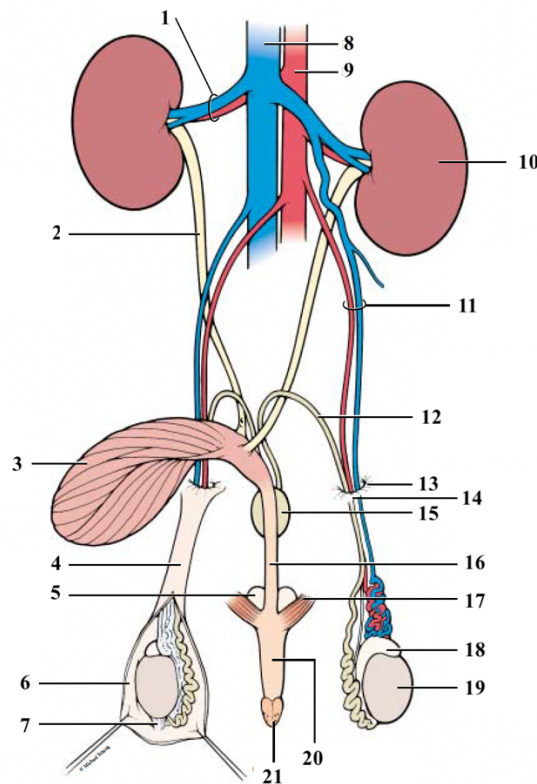
A modell tervezése és megvalósítása során törekednék a költséghatékonyagra, illetve szükség esetén a könnyű replikációra. Emellett az anatómiai tulajdonságokat figyelembe véve, a rendelkezésre álló eszközök korlátain belül törekednék a valóság-hű kivitelezésre.

Bízom benne, hogy a modell segítségével a hallgatók és az állatorvosok éles helyzetben már rendelkeznének megfelelő tudással és gyakorlattal. Ezáltal bizonyos betegségeket sikeresebben és könnyebben lehetne diagnosztizálni és kezelni, illetve csökkenne az iatrogén húgycső sérülések száma.

## 2. Szakirodalmi áttekintés

### 2.1 Urogenitalis szervrendszer anatómiája

A kiválasztó szervrendszer magában foglalja a veséket, a húgyvezetéket (ureter), a húgyhólyagot (vesica urinaria) és a húgycsövet (urethra). A vesék feladata a vérplazma, elektrolitok, glükóz, hormonok, fehérjék, anyagcseretermékek és egyéb kémiai anyagok homeosztatiszikus egyensúlyának fenntartása. Ez az egyensúly a vér átszűrésével, szűrlet visszaszívásával és a felesleges anyagok kiválasztódásával jön létre, melynek végterméke a vizelet lesz. A termelődött vizeletet az ureterek szállítják ideiglenes helyére a húgyhólyagba, ahonnan az urethrán át távozik a külvilágba. A kiválasztó szervrendszer szoros kapcsolatban áll a nemi szervrendszerrel mind anatómiailag, mind fejlődéstanilag, kiváltképpen a hím állatoknál, ahol közös nyílásban is végződnek (1.ábra) [1, 2].



1. ábra

*Kandúr macska kiválasztó és nemi szervrendszere ventralis nézetből.*

*1. a. et v. renalis, 2. ureter, 3. vesica urinaria, 4. funiculus spermaticus, 6. fascia, 7. gubernaculum testis, 8. v. cava caudalis, 9. aorta abdominalis, 10. vese, 11. a. et v. testicularis, 12. ductus deferens, 13. anulus inguinalis profundus, 14. anulus inguinalis superficialis, 15. prostata, 16. urethra, 17. crus penis, 18. epididymis, 19. testis, 20. penis, 21. glans penis [2]*

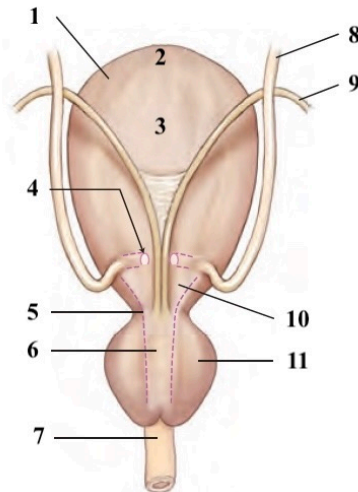
### **2.1.1 Vese**

A macskák veséje sima felszínű, bab alakú páros szerv. Mindkét vese retroperitoneálisan helyeződik, ahol dorsalis felületükkel a dorsalis hasfalhoz fekszenek. A jobb vese általában az L1-L4, a bal vese pedig az L2-L5 csigolyák alatt található [1–3].

A vesék ventralis felszíne hashártyával fedett, a hasfalhoz pedig viszonylag lazán vannak rögzítve, így a fizikális vizsgálat során általában könnyen kitapinthatóak [1, 2].

### **2.1.2 Húgyvezeték**

Az ureter páros, izmos falú, tágulékony szerv, ami a vizeletet a vesemedencéből perisztaltikus mozgás segítségével továbbítja a húgyhólyagba. Az ureterek pars abdominalisa a veséből a hiluson át lép ki erekkel és idegekkel együtt, majd az ágyékizmokon halad retroperitoneálisan. Ezután pars pelvina ureterisként a plica urogenitalisban, a has dorsalis fala mentén fut, majd enyhén lefelé ívelve, ferde szögben éri el a húgyhólyag nyakát. A kétoldali ureterek ekkor mediálisan összetérnek (de nem nyílnak egybe) és lefutásukkal keresztezik a kétoldali ondóvezetéket (1, 2. ábra). A húgyhólyag falát átfúrva pars intramuralisként az izomréteg és a nyálkahártya között halad, ez a lumen belső oldalán kitüremkedik, létrehozva a columna uretericát. A hólyag üregébe nyílván a columna folytatása a plica ureterica lesz, ami a két húgyvezető nyílásától caudalisan „V” alakban összetér a húgycső felé. Így egy háromszöget alkotva jön létre a trigonum vesicae, melynek sarkai a két ureter nyílása és az urethra kezdete, oldalai pedig a columna és plica ureteris (2. ábra). A trigonum szerkezete eltér a hólyag falától, a területén nem találhatóak esernyősejtek, így a hólyag megtelésekor az ureterek nyílásai nem záródnak el, ezáltal biztosítják a folyamatos átjárhatóságot [1, 2].



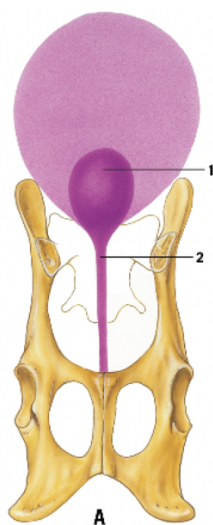
2. ábra

*Húgyhólyag anatómiája felülnézetből*

1. húgyhólyag, 2 apex, 3. corpus vesicae, 4. ostium ureteris,  
 5. cervix vesicae, 6. húgycső proximális része, 7. urethra pars pelvina,  
 8. ureter, 9. ductus deferens, 10. trigonum vesicae, 11. prostata [4]

**2.1.3 Húgyhólyag**

A húgyhólyag hasüregben való elhelyezkedése nagyban függ teltségétől. A teljesen telt hólyag a ventralis hasfalán fekszik és túlnyúlik a medence peremén, elér egészen a köldök magasságáig. Ha kiürült, visszahúzódik a medenceüreg felé (3. ábra). Macskára jellemző, hogy a húgyhólyag a többi háziállathoz képest előrébb helyezkedik el. Részben mindig a hasüregben marad, teljesen kiürült állapotban is, így a húgyhólyag nagy része hashártyával fedett. Ennek köszönhetően macskákban sokkal könnyebb elvégezni a cisztocentézist is.



3. ábra

*A húgyhólyag elhelyezkedésének szemléltetése telt és üres állapotban a medencéhez viszonyítva ventralis nézetben.*

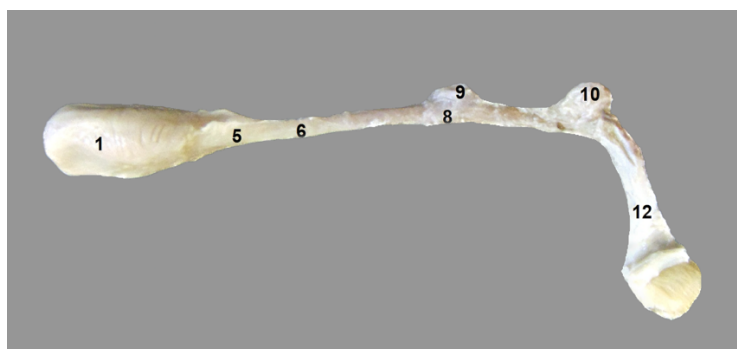
1. húgyhólyag, 2. cervix vesicae [1]



A húgyhólyag cranialis, lekerekedett része az apex, mely a corpus vesicae-ben, a húgyhólyag testében folytatódik. A hólyag caudodorsalis területe a fundus, itt szájadzanak be az ureterek. A húgycső nyílása a nyaki részen (cervix vesicae) található, melynek átmenete nehezen elkülöníthető (1, 2, 4. ábra).

A húgyhólyag simaizomszöveve a cervixen egy körkörös záróizmot alkot, a m. sphincter urethrae internumot. Ez a záróizom szimpatikus inger hatására állandó összehúzott állapotban van, ellentétben a hólyag falával. A detrusor izom szimpatikus hatás alatt elernyed, így lehetővé téve a vizelet tárolását. A húgyhólyag kitelésekor a simaizomrétegben lévő stretch receptorok aktiválódnak, amik egyrészt stimulálják a paraszimpatikus idegeket, másrészt gátolják a szimpatikus hatást, ennek köszönhetően a záróizom ellazul és megtörténik a vizeletürítés. Ahhoz, hogy ez a folyamat megfelelően összehangolt legyen és a hólyag teljes kiürüléséig fennálljon, agytörzsi szabályozásra van szükség [1, 2, 5].

#### 2.1.4 Húgycső



4. ábra

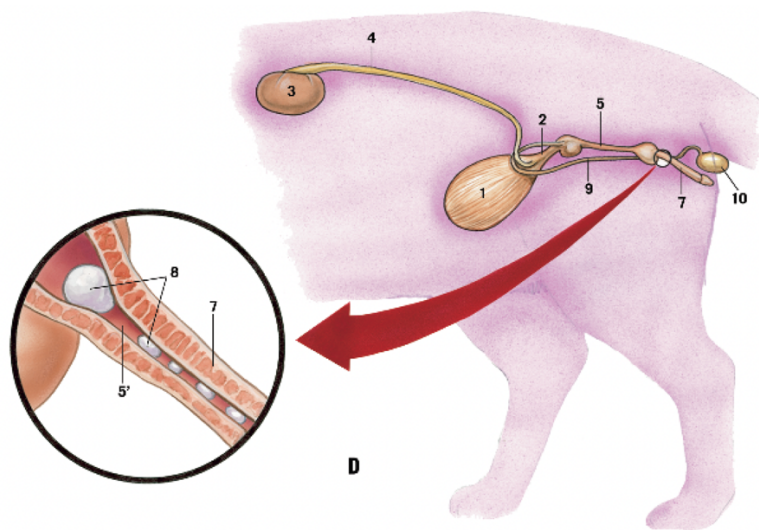
*Kandúr macska kiperparált húgyhólyagja és urogenitális traktusa*

*1. húgyhólyag, 4. cervix vesicae, 6. urethra pars praeprostatica,  
8. urethra pars prostatica, 9. prosztata, 10. glandula  
bulbourethralis 12. urethra pars spongiosa [6]*

Az urethra a húgyhólyag nyaki részétől, az ostium urethrae internumtól ered és caudalisan halad a középvonal mentén retroperitoneálisan, végső nyílása pedig az ostium urethrae externum (5. ábra). Két fő szakasza a pars pelvina és pars spongiosa. A medencei szakasz további két része a pars praeprostatica, mely a hólyag nyakától a prosztatáig tart, a pars prostatica pedig áthalad a prosztata közepén és a pénisz alapjáig tart. Ide nyílnak a prosztatán kívül még az ondóvezetők, illetve kicsit distalisan a Cowper-mirigy (glandula bulbourethralis) is, emiatt canalis urogenitalisnak is hívják a további szakaszt (1, 4. ábra).

A húgycsövet vastag simaizom réteg veszi körbe, melyet m. urethralisnak neveznek és a szeméremcsont magasságában harántcsíkolt izomrostokból álló zárógyűrű veszi körbe, m. spinchter uraehrae externum, ami az akaratlagosan szabályozott vizeletürítést teszi lehetővé. Kandúr macskákban a húgycső egy hosszú kanyarodó pályát ír le és átmérője folyamatosan csökken a külső nyílásáig [1, 2, 4]. A pars praeprostatica urethris belső átmérője körülbelül 2 mm, ami a Cowper-mirignél 1.3 mm-re szűkül le viszont a péniszben futó pars spongiosa már csak 0.7 mm, vagyis közel harmadára szűkül a húgycső [7, 8]. Emiatt az anatómiai sajátosság miatt a pars pelvina-pars spongiosa átmenetnél a legvalószínűbb a húgykő elakadása (5. ábra). A húgycső a járulékos nemi mirigyekkel és az ondóvezetővel együtt létrehozza a canalis urogenitalist és egy közös nyílással nyílnak a külvilág felé. A kandúr macskák katéterezését nagyban megnehezíti az urethra hossza, íve és szűk átmérője, valamint a péniszt is nehezebb előlteni és olyan pozícióban tartani, hogy ne nyomódjon össze az amúgy is szűk húgycső [1, 2].

A nőstény macska húgycsőve sokkal rövidebb, egyenes a lefutása és a belső átmérője is szélesebb. Ebből kifolyólag elzáródás nem fordul elő és a katéterezés is kevésbé komplikált [1].



5. ábra

*Kandúr macska kiválasztó szerveinek sematikus ábrázolása, kiemelve a húgycső anatómiai szűkületét és elzáródását, lateralis nézetben.*

*1. húgyhólyag, 2. cervix vesicae, 3. vese, 4. ureter; 5. urethra, 5' urethra pars spongiosa, 7. penis, 8. húgykő, 9. ductus deferens, 10. testis [1]*

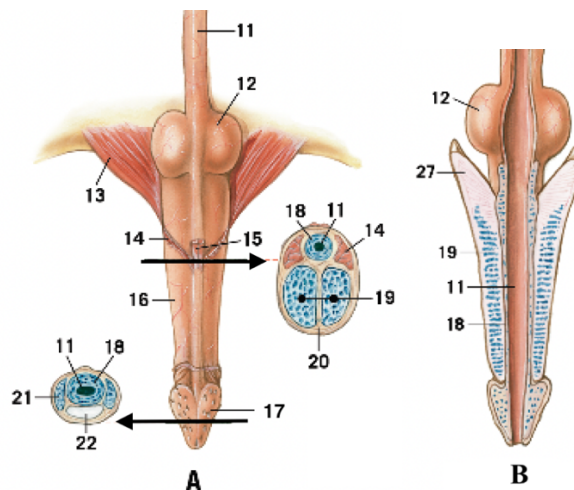
### 2.1.5 Pénisz

A pénisz három barlangos testből áll melyek: corpus cavernosum penis, corpus spongiosum penis és corpus spongiosum glandis. A corpus cavernosum két szára (crura corporis cavernosi) az arcus ischiadicusról ered és teljes hosszukban egy vastag kötőszövetes réteg borítja, a tunica albuginea. A két szár ventralisan, majd caudalisan irányul és a corpus részén összeolvadnak a középvonalban. Eddig a pontig mindkét crurát a m. ischiocavernosus borítja, majd az egyesülés után a makk (glans penis) részén os penisként folytatódnak, mely a merevedésben és a párzás fenntartásában segít. A corpus spongiosum a bulbus penistről ered, ami a corpus cavernosum két szára között található m. bulbospongiosus borítja és magában foglalja az urethrát. A pénisz distalis részét, a makkot a corpus spongiosum glandis alkotja (6. ábra).

A három barlangos test elhelyezkedései és jellegzetességei alapján a pénisz három fő részre osztható: gyökér (radix penis), test (corpus penis) és hegy (apex penis). A gyökér terület a pénisz proximalis része, ahol a két szár eredése közrefogja bulbus penist. A test részén egyesül a két szár és ettől ventralisan fut az urethra a corpus spongiosumba ágyazva. A distalis apex részt pedig a glans penis teszi ki, itt található a húgycső külső nyílása is.

A kandúr macska pénisz egyedi sajátosságokkal bír, más állatfajok hím nemiszervéhez képest. A többi háziállathoz viszonyítva, sokkal rövidebb és megtartja eredeti embrionális helyzetét. Így a pénisz teste és hegye cranialis helyett caudalis irányultságú, a preputium nyílása pedig a herezacskók alatt, szintén caudalisan található. Ezért a kandúr macskák ugyanolyan ülő pozíciót vesznek fel a vizeletürítéshez, mint a nőtények. További egyedi jellegzetesség a makkon található keratin tüskék, ami párosodáskor a nőtény ovuláció indukálásához szükségesek. Ezek a tüskék kasztráció után szinte teljesen eltűnnek. A pénisz egyedi anatómiai helyzete ellenére a párosodás hasonlóan zajlik le, mint a többi állatnál, mert az erekció alkalmával előre fele irányul [1, 9].

Szakdolgozatom témájából kifolyólag a nőtény macska nemi szervrendszerére nem térek ki.



6. ábra

A ábra: macska pénisz preputium nélkül, dorsalis nézetből, pénisz keresztmetszeti képeivel. B ábra: Hosszanti keresztmetszeti képe a pénisznek, ventralis nézetből. 11. urethra, 12. glandula bulbourethralis, 13. m. ischiocavernosus (alatta crura penis), 14. m. bulbospongiosus helye, 15. m. retractor penis helye, 16. corpus penis, 17. glans penis, 18. corpus spongiosum penis, 19. corpus cavernosum penis, 20. tunica albuginea penis, 21. corpus spongiosum glandis, 22. os penis, 27. crura penis [1]

## 2.2 Alsó húgyutak betegségei

### 2.2.1 Általános jellemzők

A vizeletelvezető szervek betegségei hasonló tünetekben tudnak megnyilvánulni, amik az alábbiak lehetnek: fájdalmas vizeletürítés (dysuria), erőltetett, elnyújtott fájdalmas vizelés (stranguria), gyakori, kis mennyiségű vizeletürítés (pollakiuria), véres vizelet (haematuria), alom mellé vizelés (periuria), akaratlan vizeletürítés (incontinentia). Ezek a tünetek nem kizárólag az alsó húgyutak betegségeire jellemzőek, viszont, ha ezek közül egyidejűleg fennáll legalább 2-3, akkor valószínűleg alsó húgyúti betegség áll a háttérben. Kevés kivételtől eltekintve általában jó általános állapottal és étvággal járnak [10, 11].

Macskák esetében az alsó húgyutak megbetegedéseit feline lower urinary tract diseasesnek (FLUTD) nevezik. Neve ellenére nem egy konkrét betegségről van szó, hanem különböző eredetű és oktanú kórképeket foglal magába. A FLUTD-nak lehet elzáródást nem okozó, illetve elzáródást okozó formája. Az előbbinél az esetek kétharmadában a macskák idiopathicus húgyhólyaggyulladás (feline idiopathic cystitis, FIC) áll a háttérben, de okozhatja még húgykő (uro- vagy cystolith), anatómiai vagy daganatos elváltozások, viselkedésproblémák és bakteriális fertőzés is. Az elzáródást okozó forma leggyakrabban urolith miatt jön létre, de az esetek harmadában idiopathicus cystitis a háttér [6, 11–16].

## 2.2.2 Húgykövesség

Húgykövek (urolith) bárhol előfordulhatnak a kiválasztó szervrendszerben. Ez nem egy konkrét betegség, sokkal inkább egy fennálló kórkép következménye. Kialakulásához három elfogadott elmélet létezik a tudományban, melyek külön, vagy akár együttes fennállása is vezethet húgykövességhez. A szupersaturációs elmélet szerint, a vizeletben lévő kristályok (relatív vagy abszolút) túltelítődése okozza a kő kialakulását. A mátrix elmélet szerint, a vizeletben lévő abnormális vagy idegen anyagok (pl. leváló hámsejtek, sejttörmelékek, gyulladásozó sejtek, baktériumok stb.) vezetnek kőképződéshez. Az inhibitor elmélet szerint, egyes kristályképződést gátló metabolitok hiánya vezet a húgykövességhez [10, 13].

Ha egy urolith legalább 70%-át egyfajta krisztalloid teszi ki, akkor a követ eszerint csoportosítják, viszont előfordul, hogy nagyobb százalékban tartalmaz többféle kristályt, ezeket kompozit köveknek nevezik. Ha egy kő szinte nem is tartalmaz kristálykomponenst, hanem csak a szerves összetételű mátrixból áll, akkor mátrix kőnek nevezik [13].

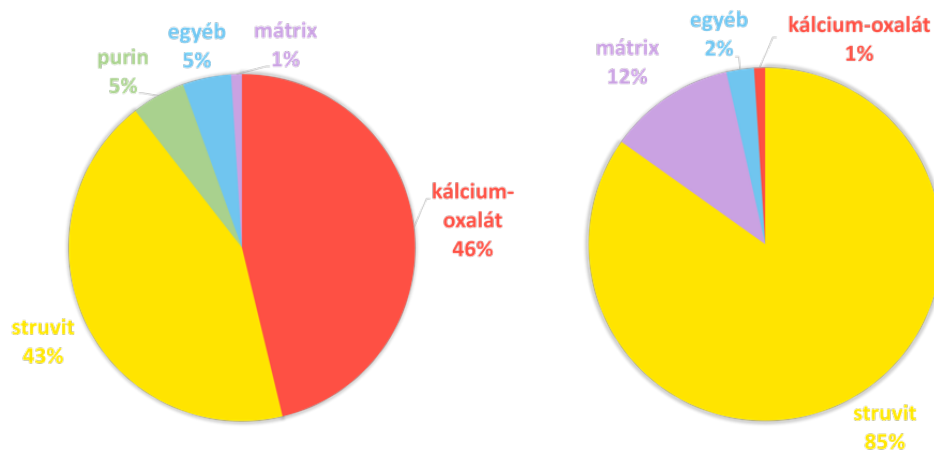
### 2.2.2.1 Struvit kő

A fő összetevője ezeknek a köveknek a magnézium-ammónium-foszfát, ebből adódóan struvit kő akkor alakul ki, ha a vizelet magnézium-, ammónium- vagy foszfát-ionokkal van túltelítődve. Ezek az ionok gyakran ureáz aktivitású baktériumok által okozott húgyúti fertőzés hatására emelkednek meg, de fertőzés nélkül is előfordul az ionok túltelítődése.

A steril struvit kövesség mindkét ivarban ugyanolyan gyakorisággal fordul elő, általában 1-8 év között. Hátterében általában a lúgos, koncentrált vizelet áll, melyet könnyen lehet korrigálni diétával. Az ilyenkor alkalmazott alacsony magnézium, foszfát és fehérje tartalmú étrend, hozzájárul a vizelet savasításához és hígításához, továbbá a folyadékbevitel növelése nagyban hozzájárulhat a kezelés sikerességéhez.

Macskáknál kevésbé jellemző a fertőzés hatására kialakult struvit kövesség, ami általában nagyon fiatal vagy idős macskákat érint. Leggyakrabban Staphylococcus, Enterococcus, és Proteus baktériumtörzsek állnak a hátterében, melyek mikrobiológiai aktivitásuk során ureáz enzimet termelnek. Ezekben az esetekben a diéta már nem elég, hanem antibiotikumkezelés szükséges a kóroki szerepet játszó baktériumok kezelésére [15, 17, 18]

Egy tanulmányban 1981 és 2007 között, közel 95 ezer macska húgykővet vizsgáltak meg, mely szerint a struvit kövesség a macskák húgykövességének jelentős százalékát teszi ki (7. ábra). Az utóbbi időkben valószínűleg az egyre szélesebb körben elérhető gyógytápok hatására lényegesen csökkent az előfordulása, viszont így is majdnem az esetek felében struvit kövek állnak a húgykövesség háttérében. Érdekeség, hogy a tanulmány külön kitér a húgycső elzáródást okozó kövek vizsgálatára is. Ezeknél az eseteknél még nagyobb, 90% körül fordul elő struvit (7. ábra) [19].



7. ábra

Bal oldali diagram: 1981 és 2007 között vizsgált 94776 darab macskából származó húgykő összetételének eredménye

Jobb oldali diagram: 1981 és 2007 között vizsgált 6310 darab macskából származó húgycső elzáródást okozó húgykő összetételének eredménye

#### 2.2.2.2 Oxalát kő

Összetételüket tekintve az oxalát kövek lehetnek kalcium-oxalát-monohidrát vagy kalcium-oxalát-dihidrát [13]. A kőképződést a vizeletben lévő kalcium és oxalát túltelítődése okozza, viszont a pontos mechanizmus még ismeretlen. Összefüggésbe hozható bizonyos metabolikus betegségekkel, például hypercalcaemia, hypercalciuria és metabolikus acidózis [15]. Legtöbbször közép vagy időskorú, ivartalanított kandúrokat érint. Hajlamosító tényező lehet a (például struvit kövek oldására használt) savasító diéta túletetése, lakásban tartás, illetve bizonyos fajtáknál (perzsa, himalája, ragdoll, skót lógófülű, havannai barna) nagyobb eséllyel alakul ki. Egyéb kalcium-anyagcseréhez kapcsolódó rendelleneségekhez is köthető az oxalát kövek kialakulása, például primer hyperparathyreosis vagy macskák idiopitikus hypercalcaemiaja [13, 17, 18, 20].

A már kialakult oxalát köveket feloldani nem lehet, kizárólag sebészeti úton lehet eltávolítani, viszont megelőzésében sokat segíthet a megfelelő étrend és folyadékbevitel [15, 20].

A fent említett tanulmány szerint, macskákban a nyolcvanas évek közepétől drasztikusan megemelkedett az oxalát kövességek száma, viszont napjainkban csökkenő tendenciát mutat. Jelenleg az esetek 40-50%-ban fordul elő, viszont húgycső elzáródást ritkán okoz (7. ábra) [19].

### 2.2.2.3 Urátkő

Az urátköveket ammónium-urát alkotja és nem gyakran, általában négyévesnél fiatalabb macskákban fordul elő. Sokszor portoszisztémás sönttel köthető össze, valószínűleg a megemelkedett ammónia szint és a csökkent ammónia-urea, valamint húgysav-allantoin átalakulás miatt [13]. Ha nincs a háttérben semmilyen májbetegség, akkor idiopatikusnak nevezik. A kő kialakulásához a vizelet húgysavval való telítődése szükséges. Hiperuricosuria megnövekedett kiválasztásnál, húgysav túltermelődségnél és a húgysav csökkentett visszaszívásánál fordul elő, ebből kifolyólag macskákban összefüggést találtak az urátkövesség és a vese tubuláris reszorpciós rendellenességei között. Továbbá fontos hajlamosító tényező az alacsony pH-jú vizelet is, ugyanis a húgysav 5,5 pH felett uráttá alakul, ezáltal nem telítődik húgysavval a vizelet. Kiegészítő biokémiai vizsgálatnál emelkedett májenzimek előfordulhatnak. Mivel az urátkövek általában radiolucensek, így ultrahanggal vagy kontraszt cystographiával vizsgálhatóak.

A kövek oldására alacsony purin tartalmú diéta etetése és allopurinol hatóanyagú készítmény adása szükséges, azonban ezek a gyógyszerek macskákban sok mellékhatást okoznak, így csak gyakran visszatérő esetekben ajánlott alkalmazni.

Urátkő újra kialakulásának megelőzésére a fent említett diéta alkalmas, illetve ajánlott a vizelet lúgosítása is. Amennyiben valamilyen háttérbetegség (portoszisztémás sönt, tubuláris reszorpciós rendellenesség) a kórok, elsődlegesen azt kell kezelni [15].

Ritkán előforduló húgykövek közé tartozik a cisztin. Kialakulásának háttérében valószínűleg proximális tubulopathia áll. Gyógyszeres oldására tiopronint, valamint alacsony fehérjetartalmú diéta és a vizelet lúgosítása ajánlott [10, 15].

Az esetek többségében az alsó húgyutak kövessége jellemző, melynek tünetei a dysuria, periuria, pollakiuria és haematuria lehetnek. Húgycső elzáródásnál a fő tünet stranguria kevés vizelettel vagy anélkül, gyakran fájdalmas nyávigás kíséretében. Súlyos elhúzódó esetekben az állat uraemiás lehet, letargia és hányás kíséretében. Diagnosztizálása a jellegzetes tünetek észrevételével, valamint fizikális vizsgálat során a hólyag tapintásával történik, ami ilyenkor teljesen kitelt és feszes (8. ábra) [10].



8. ábra

*Húgycsőelzáródás kandúr macskában.  
Súlyosan kitágult, a hasfalán keresztül tapintott és rendkívül  
feszesnek érzett hólyag [10].*

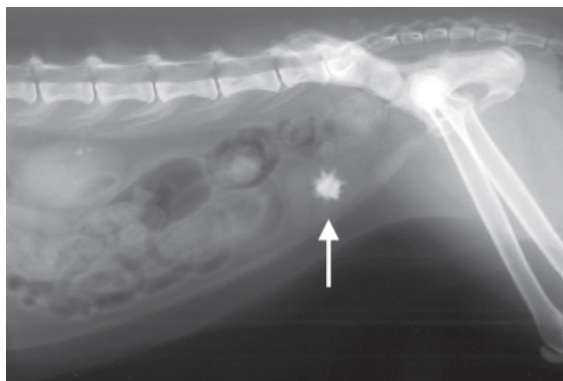
### 2.2.2.3 Cystolithiasis

Kandúr macskákban a hólyag kövessége a FLUTD részeként jelentkezik. Összetételük alapján egynemű vagy kompozit (többféle kristályt is tartalmazó) kövek lehetnek, melyek leggyakrabban struvit vagy kalcium-oxalát összetételűek [21]. Ritkán előfordulhatnak egyéb kövek is, például urát, kalcium-foszfát vagy cisztin, valamint macskáknál találtak már megszilárdult véralvadékból álló köveket is [4]. A cystolithiasis kialakulását sok minden befolyásolja és kötípusonként eltérő, ezek a patogenezisek fentebb már részletezésre kerültek.

Anamnézis részeként a már említett tünetek közül haematuria, pollakiuria, stranguria és dysuria fordulhat elő. Akut tünetek (vizeletcsepegés, hányás, hasmenés) szintén jelentkezhetnek, ha a cystolith beékelődik vagy húgycsőobstrukció is fennáll [21]. Fizikális vizsgálat során a has tapintása fájdalmas és akár a megvastagodott hólyagfal vagy a kövek közvetlenül érezhetőek a hasfalán keresztül [4, 21]. Az urethra átjárhatóságát húgycsőkatéterrel kell ellenőrizni [21]. A hematológia és biokémiai vizsgálatok eredménye általában normális (kivéve elzáródásnál és egyéb háttérbetegségeknél), a vizeltet pedig cystocentesissel javasolt lebecsájtani [4, 21]. Képalkotó eljárások közül a röntgen és az ultrahang a legszélesebb körben használt módszer. A natív hasi röntgen csak a magas atomszámú komponenst tartalmazó, 1 mm-nél nagyobb átmérőjű radiodenz kövek esetén informatív, viszont az esetek körülbelül negyedében fals negatív az eredmény az urát, cisztin vagy kalcium-foszfát cystolitheknél (9. ábra). A radiolucens kövek kimutatására pozitív, negatív vagy kettős kontraszt retrográd cystographia használatos. Az ultrahang az urolith összetételétől függetlenül, különleges előkészítést és anesztéziát nem igényelve, minimál invazív módon, magas szenzitivitással képes valós pozitív lelettel szolgálni.



Cystolithek konzervatív kezelése típusonként eltérő, melyek fentebb voltak részletezve. A hólyagkövesség klasszikus sebészi terápiaja a hólyagmetszés [21].



9. ábra

*Lateralis hasi röntgenfelvétel egy 8 éves ivartalanított kandúr macskáról.  
A fehér nyíl egy, a hólyagban lévő kalcium-oxalát kőre mutat [15].*

#### 2.2.2.4 Urethrolithiasis

Kandúr macskákban a húgycső kövessége gyakran obstrukciós formaként jelentkezik és a FLUTD kórkép részét képezi [21]. Ilyenkor eleve az uretherben keletkezett kő vagy a hólyagból továbbjutott kő a kandúr macska fentebb részletezett sajátos anatómiája miatt elakad és teljes vagy részleges elzáródást idéz elő [5]. A teljes elzáródást sürgősségi esetként kell kezelni, ugyanis 2-3 napon belül uraemiához, 3-6 napon belül pedig elhulláshoz vezethet. További szövődménye lehet a detrusor izom funkciójának elvesztése (akár véglegesen), mely a hosszú ideig kitágult hólyag miatt következik be. Mivel ez az izom felelős a hólyag teljes kiürüléséért, ennek sérülése akár tartós vizeletürítési problémát okozhat [4]. Húgycsőelzáródást nem csak kő idézhet elő, hanem daganat, szűkület, prosztatabetegségek, vagy egyéb anyagok (például gyulladás során keletkezett véralvadék, sejttörmelék), de ezek csak másodlagosan okozhatnak elzáródást [14].

Tünetekként görcsös vizeletürítés jellemző, akár fájdalmas vokalizáció kíséretében, továbbá haematuria, pollakiuria jelentkezhet, ha csak részleges az elzáródás. Hányás, letargikus állapot postrenalis azotemia, halitosis is előfordulhat [4, 14, 21]. Fizikális vizsgálat során a pénisz vége duzzadt, sötétlila árnyalatú lehet, illetve teljesen kitelt, feszülő hólyag tapintható, amit tilos kézzel kinyomni a hólyag repedésének elkerülésének érdekében (8. ábra) [14, 21]. A pangó vizeletet percutan cystocentesissel kell leszívni [21].

Kiegészítő vizsgálatok közül ajánlott a vérvizsgálat, vérgázanalízis és vizeletvizsgálat, így információt lehet kapni az uraemia, acidózis és cytitis súlyosságáról [21, 22].

Hiperkalaemia az egyik leggyakrabban észlelt laboratóriumi elváltozás, ami akár súlyos bradycardiához és arrhythmiához vezethet [23]. A hólyag állapotának és tartalmának felmérése érdekében pedig ultrahangvizsgálatot kell végezni [21].

Az állat stabilizálása után diagnosztikai és terápiás céllal steril, macskák számára gyártott, mandrinnal ellátott húgycsőkatétert kell felhelyezni [21]. Mivel kandúr macskák katéterezéséhez bódítás szükséges, ezért az esetlegesen fennálló hyperkalaemiát, bradycardiát és arrhythmiát korrigálni kell a beavatkozás előtt [22, 23]. Egyes esetekben szükséges lehet a dekompresziós cystocentesis, amit lehetőleg ultrahang segítségével kell elvégezni [10, 22]. A vizelet leszívása megkönnyíti a katéterezést, növeli a glomeruláris filtrációs rátát, csökkenti a hólyagnyomást, valamint ezzel a módszerrel vizeletmintát is lehet kontamináció nélkül gyűjteni. A katéter felhelyezése során steril salsollal urethrohydropropulsiót kell végezni, ezzel fel lehet tágítani a húgycsővet és visszamosni az elzáródást okozó anyagot a hólyagba (10. ábra) [22, 23]. Abban az esetben, ha már az elején elakad a katéter, akkor 22-24 G-s vénakanül használatával kell elvégezni az urethrohydropropulsiót. A húgycsőkatétert ki kell varrni a praeputiumhoz és a továbbiakban rendszeres húgyhólyagöblögetést és vizeletgyűjtést kell végezni. Emellett intenzív folyadékterápiában kell az állatot részesíteni és megfelelő diétás táppal kell etetni a kő összetételétől függően. NSAID adása a cystitis és a fájdalomcsillapítás érdekében szükséges. Abban az esetben, ha a vizelet mikrobiológiailag pozitív, célzott antibiotikum kúrával kell kiegészíteni a terápiás tervet. Az urethrolithiasis hosszútávú megelőzése érdekében az állatot akár élethosszig tartó diétában kell részesíteni [16, 21].



10. ábra  
*Urethrohydropropulsio kandúr macskában [21].*

Sebészi terápiára abban az esetben van szükség, ha az akut húgycsőkatéterezés sikertelen, rendszeresen visszatérő probléma a húgykő elakadása az állatnál vagy súlyos urethra-strictura alakult ki a rendszeres katéterezések miatt. Ezek megoldására alkalmazott műtéti technika a perinealis urethrostomia, ritkán azonban egyidejű cystotomiára is szükség lehet, ha túl nagyméretű kövek észlelhetőek a hólyagban [21, 24].

A felső húgyutak kövessége sokkal ritkábban fordul elő macskákban, gyakran mellékleletként észlelhető röntgen vagy ultrahang felvételeken, hiszen a legtöbb esetben nem jár klinikai tünetekkel. Ha mégis jelentkeznek, akkor hányással, kóros soványsággal, letargiával, véres vizelettel és hasi fájdalommal jár. Fizikális vizsgálat során esetleg megnagyobbodott vese is tapintható, ami a húgyvezetők elzáródása esetén kialakult hydronephrosis következménye lehet. A felső húgyutak kövessége háttérben általában valamilyen biokémiai rendellenesség áll, például hyperkalaemia, hypercalcaemia, hyperphosphataemia, anaemia, proteinuria és leukocytosis. Vizeletvizsgálat során jellemző lehet a véres, gennyes vizelet, valamint fehérjék és kristályok jelenléte a vizeletben. Ezek mellett fontos tényezőre is mintát venni, hiszen az esetek harmadában macskáknál a felső húgyutak kövessége együtt jár húgyúti fertőzéssel [10, 15].

### **2.2.3 A húgyhólyag repedése**

Ez az egyik leggyakrabban előforduló traumás húgyúti sérülés, viszont nem ez az egyedüli kiváltó oka [25]. Repedés létrejöhet még súlyos húgyhólyaggyulladás, daganatos elváltozások és húgycsőelzáródás miatt, valamint iatrogén módon hólyagműtét utáni komplikációk által, nem megfelelően kivitelezett katéterezés, illetve nem megfelelően elvégzett kézi hólyagürítés következtében is [4].

A repedésen át vizelet szivárog a hasüregbe, melynek klinikai tünetei a véres vizelet, anuria (a vizeletürítés hiánya), dysuria, zúzódások nyomai a hasfalon, illetve hasi fájdalom (11 ábra). Azonban, az előbb írt jellegzetesebb tünetek helyett gyakran csak általános rosszullétet lehet látni az állatnál, például levertséget vagy hányást. A vizelet hasüregbe kerülésével felborul az anyagcsere egyensúlya, mely kiszáradásban, azotémiában, hiperkalémiában és metabolikus acidózisban manifesztálódik [4, 21].

Klinikai tünetek közül általában a hasfal érzékenysége és hasi fájdalom jelentkezik elsőként. A sérülést követő 12 órában elkezdődik a hányás, melynek gyakorisága folyamatosan fokozódik, és végül kiszáradáshoz vezet. A folyamatosan súlyosbodó dehidráció és uraemia 72 órán belül akár elhullást is okozhat [14].



11. ábra

*Macska hasa autóbalesetet követően, mely húgyhólyag repedést idézett elő. A vizelet beszivárgott a bőr alatti kötőszövetbe, mely zúzódás formájában jelentkezett a hason [5].*

Fizikális vizsgálat során a fenti tünetek észlelése mellett abdominocentesist is ajánlott végrehajtani. A punktátum kreatinin- és káliumszintjét össze kell hasonlítani a plazma-kreatinin és kálium értékeivel. Abban az esetben, ha az előbbinek a szintje 2,5-3-szor magasabb az utóbbinál, uroperitoneum igazolható [5, 21].

A hólyag és húgycső katéterezése elengedhetetlen mind diagnosztikai, mind terápiás célból, erre általában a röntgen vizsgálat során kerül sor. Pozitív kontraszt cystographia húgycsőkatéteren keresztül végezhető, mely kórjelző értékű lehet. A kontrasztanyag hasüregbe, illetve medence üregébe kerülése egyértelműen igazolja a sérülést [21].

A hólyag repedése műtéti indikáció, ezért fontos a beteget sokkalanítani és stabilizálni a beavatkozás előtt. Az alkalmazandó műtéti technika alsó median exploratív laparotómia [21].

#### **2.2.4 A húgycső sérülése**

Általában húgycsőelzáródás, rosszul kivitelezett katéterezés, illetve külső tompa vagy penetráló trauma következménye lehet az urethra sérülése. A húgycső anatómiai sajátosságai miatt, főleg kandúr macskában fordul elő [4].

Klinikai tünetei nagyban függenek a sérülés kiterjedésétől, helyeződésétől és fennállásának időtartamától. Iatrogén trauma általában részleges sérülést eredményez és a húgycső medence kívüli szakaszát érinti, míg külső trauma teljes szakadást okoz főleg a medencei szakaszon [26].

Proximalis húgycsősérülés miatt gyakran szivároghat vizelet a hasüregbe, amit uroperitoneumnak neveznek. Ez uraemiát és hyperkalaemiát eredményezhet, ezért az elsődleges sérülést kell kezelni, illetve javasolt a vizelet leszívása.

Distalis sérülés a vizelet subcutan szivárgását eredményezi. Ez a bőr alatti kötőszövetek gyulladását és elhalását, illetve akár urethrocutan fistulat idézhet elő [4].

Kórelőzményben előforduló autóbaleset, magasról való leesés vagy korábbi húgycső katéterezés esetén gondolni kell a sérülés lehetőségére. A beteg állapotának gyors romlása, vizeletürítés elmaradása, haematuria, és medencetájéki sérülések tovább segíthetik a betegség felismerését [21]. Egyes esetekben a húgycső sérülésekor a vizeletürítés normális, ami késlelteti a diagnózist [4]. A biztos diagnózishoz pozitív kontraszt retrográd urethrographia szükséges, ahol a kontrasztanyag kifolyása egyértelműen igazolja a sérülést és annak helyét (12. ábra). Natív röntgennel szabad hasi folyadék és esetleges medencetájék csontos sérülései vizsgálhatóak [21].



12. ábra

*Lateralis pozitív kontrasztos röntgenfelvétel egy macskáról súlyos tompa hasi trauma után. A hólyagot ultrahangvezérelten töltötték fel kontrasztanyaggal majd a hólyag kézi kinyomása után történt a felvétel. Látható, hogy a kontrasztanyag az urethra sérülésen keresztül kijutott a medenceüregbe [5].*

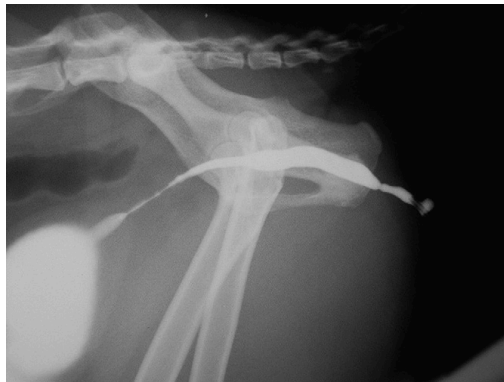
Részleges sérülés esetén tartós húgycsőkatéterezést kell alkalmazni (legalább 3 hétig), viszont irritáció miatt gyakran urethra strictura alakul ki. Teljes húgycsőcsérüléseknél a sérült végek anastomosisával kell rekonstruálni az urethrát [21].

### 2.2.5 A húgycső szűkülete

Urethra strictura trauma, elzáródás, gyulladás, rosszindulatú daganat vagy sebészeti beavatkozás következményeként alakulhat ki. Kezelésére csupán akkor van szükség, ha elzáródást is eredményez, egyéb esetekben az elzáródás megnövekedett kockázata miatt az állat intenzív monitorozása javasolt a tulajdonos részéről [4].

A húgycső szűkület tünetei dysuria, stranguria, haematuria és pollakiuria lehetnek. Diagnózisához pozitív kontraszt retrográd urethrographia vagy urethroscopia szükséges (13. ábra) [21].

Sebészi terápiája urethrostomia, resectio és anastomosis, endoszkópos ballon-dilatáció, és urethra-stent beültetés [4, 27].



13. ábra

*Lateralis röntgenfelvétel pozitív kontraszt urethrogrammal.  
Urethra strictura rajzolódik ki a húgycső proximalis szakaszán  
[13].*

## 2.3 Katétertípusok és használatuk

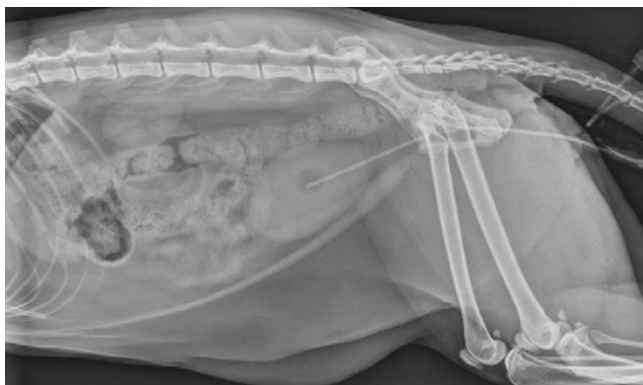
A húgycső katéterezés kevésbé invazív módszerek közé tartozik, viszont a szövődmények magas kockázata miatt csak kifejezett indikáció esetén alkalmazandó módszer. Indikációját tekintve elvégezhető diagnosztikai vagy terápiás célból is. Vizeletminta gyűjtése vizeletvizsgálatra vagy tenyésztésre, vesefunkció vizsgálata vizelet pontos mérésével, a hólyagban maradó vizelet mérése, kontrasztanyag bejuttatása a hólyagba, húgycsőbe vagy prosztatába, húgycsőelzáródás igazolása a diagnosztikai indikációk közé tartozik. Terápiás célból elzáródásnál vagy vizelet visszatartásnál szokás használni, illetve a katéteren keresztül gyógyszereket lehet a hólyagba juttatni, alsó húgyúti műtéteknél pedig segíti a sikeres operációhoz [14].

A katéter méretét és típusát a célnak megfelelően kell kiválasztani. Egyszeri, gyors katéterezésnél csak néhány óráról van szó, viszont előfordulhat, hogy időszakos vagy tartós katéterezés szükséges. Az „F-skála” a katéter átmérőjét adja meg. Egy egység 1/3 mm-nek felel meg, így egy 3 F katéter átmérője 1 mm [14]. Magyarországon macskáknál általában 1 mm és 1.3 mm átmérőjű katétereket használnak, ami az F-skálán 3 F és 4 F-nek felel meg.

Nagyon fontos a helyes katéterezés kivitelezése, ugyanis sok szövődménye lehet, ha nem szakszerűen végzik el. Leggyakoribb húgycsősérülés macskában hibás katéterezésből adódik [28, 29].

Kandúr macskákban húgycső katéterezést csak bódításban szabad végezni. Ehhez először, ha szükséges, akkor stabilizálni kell az állatot megfelelő folyadékpótlással és esetleges hyperkalaemia rendezésével. A bódítást ketamin-diazepám vagy ketamin-acepromazin kombinációjával lehet elvégezni. Ha szükséges, ki lehet egészíteni inhalációs anesztéziával vagy propofollal, de az utóbbinál vigyázni kell a lehetséges mellékhatásokkal, ami apnoe és hypotensio lehetnek [23, 30].

A katéterezés steril, macskák számára gyártott húgycsőkatéterrel kell végezni. Az aseptikus beavatkozás érdekében kesztyű viselése, a szőr levágása és a gáttájék fertőtlenítése ajánlott. Az állatot háton vagy oldalt fekvő pozícióban kell rögzíteni. A péniszt elő kell öltetni és caudalisan hátra húzni, hogy a húgycső kiegyenesedjen és párhuzamos legyen a gerinccel. A megfelelően síkosított (és akár érzéstelenítővel ellátott) katétert nagyobb erő kifejtés nélkül kell felhelyezni. Obstrukció esetén urethrohydropropulsiót kell végezni steril salsollal és az elakadást okozó követ vagy egyéb anyagot vissza kell mosni a húgyhólyagba. A katéter feljutását tovább segítheti a fele-fele arányban kevert síkosító és steril salsol. A húgyhólyagot érdemes többször is átöblíteni majd leengedni. A felhelyezett katétert oldal irányú röntgennel lehet ellenőrizni (14. ábra). Hosszabb ideig felhelyezett katétert pár öltéssel ki kell varrni a praeputiumhoz [16, 23, 30].



14. ábra

*Húgycső katéter ellenőrzése oldalirányú röntgenfelvétellel [30].*

## 2.4 Skills Laboratory

Az állatorvosi szakmában friss diplomásként számos olyan klinikai készséggel kell rendelkezni, amit végzés után már az első naptól tudni kell alkalmazni (Day One Skills), például sebvarrás, vénás kanül behelyezése, intubálás, biopszia vétel stb. Az ilyen készségek oktatására jött létre a „Skills Lab”, mely valóság-hű modellek és szituációk segítségével járul hozzá a megfelelő gyakorlati tudás megszerzéséhez.

A Skills Lab keretében a hallgatók nyugodtan, stresszmentesen és a hibák következményeitől nem félve tudják gyakorolni és elsajátítani az ilyen készségeket, melyek oktatása gyakran nem etikus élő állaton [31–34].

A kandúr macskák húgycsőkatéterezése is ebbe a csoportba esik, azonban egyetemünkön még nincs olyan modell, melynek segítségével gyakorolható lenne ez a beavatkozás. A Hongkongi Városi Egyetem Állatorvostudományi Karán folyamatban van egy kandúr macskák húgycső elzáródását szimuláló modell, de elég kezdetleges és a készítő saját elmondása szerint nem tökéletes. A modell kizárólag az urethra obstrukció megoldására fókuszál, nem magára a katéterezés nehézségeire. A modellen a húgycső egy vénakanüllel van szimulálva, tehát sem a lefutása, sem az átmérője nem tükrözi a valóságot [35].

Egy amerikai oldalon fellelhető egy másik modell, viszont szintén húgycső elzáródásra helyezi a hangsúlyt, nem pedig általánosan a katéterezésre. A húgycső átmérőjéről és lefutásáról a honlap nem ad információt [36].

Az egyetlen elfogadható modellt egy Új-Zélandi oldalon találtam, azonban Magyarországra nem szállítanak és a modell ára forintra átszámolva közel 1 200 000 Ft [37].

Ezek alapján kijelenthető, hogy az egyetemünk számára jelenleg nincs elérhető kandúr macskák húgycső katéterezésére használható modell és diplomamunkám célja ezen változtatni.

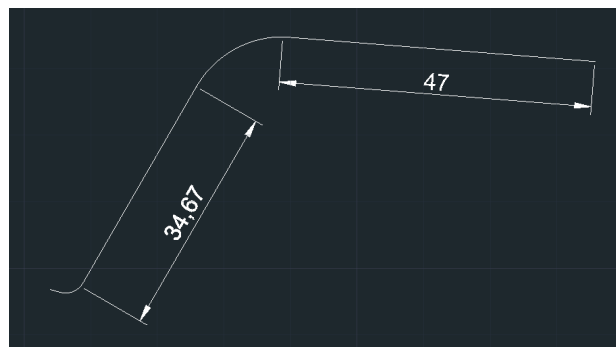


## 3. Anyag és Módszer

### 3.1 A modell megtervezése

A modell tervezéséhez Édesanyámtól kaptam segítséget, aki jelenleg negyedik évfolyamos építőmérnök hallgató az Óbudai Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Karán. A modellt AutoCAD 2021 mérnöki tervező szoftverrel rajzoltuk meg.

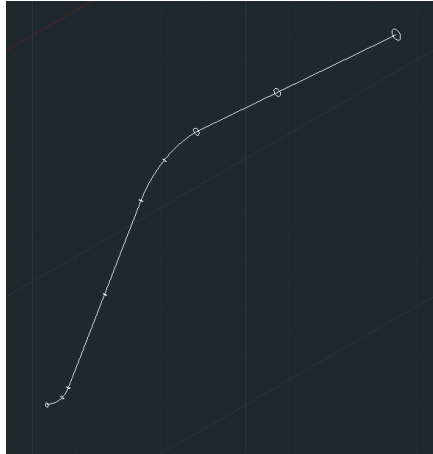
A húgycső pontos anatómiai paraméterihez a fellelhető szakirodalmi könyveket és szakfolyóiratban megjelent publikációkat vettem alapul [4, 6–8]. Első lépésben 2D-ben *vonalt* elemmel és *lekerekítés* paranccsal húztuk meg a húgycső vázát (15. ábra).



15. ábra

*Húgycső vonalrajza, az adatok milliméterben értendők.*

Ezután 0,7, 1,3, 1,5 és 2 mm átmérőjű köröket rajzoltunk, ami a húgycső belső átmérőjének felelt meg. Dél-nyugati izometrikus nézetre váltottunk és átkapcsoltunk 3D modellezésre. A köröket 90 fokkal elforgattuk, és a körök középpontjait a húgycső vázára, a megfelelő helyekre helyeztük, úgy, hogy a körök síkjai merőlegesek legyenek a vonalra. A 2 mm átmérőjű kör került a húgycső és húgyhólyag találkozásához. Ettől a ponttól számítva, körülbelül 28 mm-re lett elhelyezve az 1,5 mm átmérőjű kör, innen 13 mm-re az 1,3 mm átmérőjű kör, és ettől számítva 6 mm-re az áthajlásnál lett elhelyezve a 0,7 mm átmérőjű kör. A húgycső külső nyílásáig maradt ez az átmérő (16. ábra).

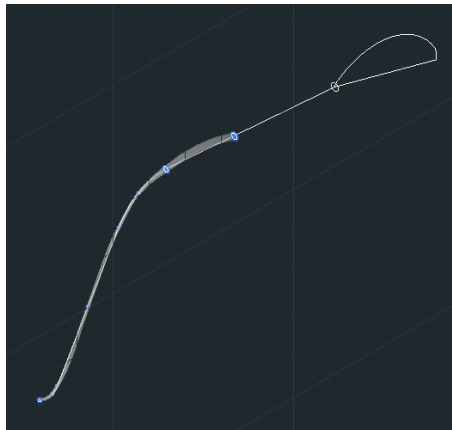


16. ábra

*Húgycső váza a ráhelyezett megfelelő átmérőjű körökkel.*

Nem találtam pontos szakirodalmi adatot a húgyhólyag anatómiai méreteivel kapcsolatban, mivel az változik és tág határok között mozog teltségtől függően. Emiatt megpróbáltunk körülbelüli, a húgycsőhöz arányos hólyagot rajzolni. Elsőnek a hólyag tengelyét húztuk meg *vonat* paranccsal, majd két ellipszis segítségével hoztuk létre az ívet (17. ábra).

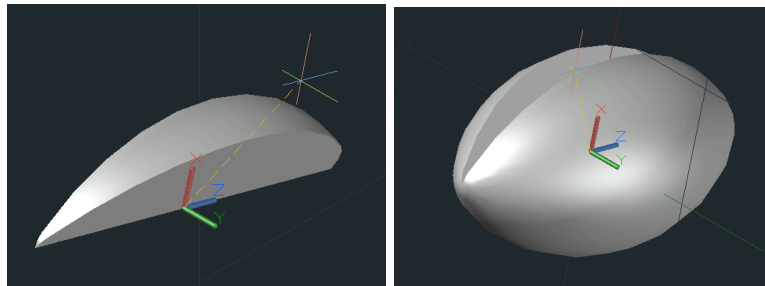
A húgycsőből a *pasztázás* parancs segítségével 3D-s szilárd testet hoztunk létre (17. ábra).



17. ábra

*A hólyag váza és szilárd test létrehozása a húgycsőből a *pasztázás* parancs segítségével.*

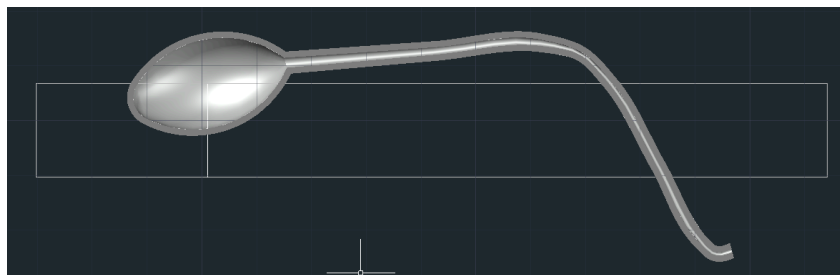
A húgyhólyagból a *megforgatás* parancs segítségével hoztunk létre 3D-s szilárd testet (18. ábra).



18. ábra

*Szilárd test létrehozása a húgyhólyagból a megforgatás parancs segítségével.*

A két szilárd testet ezután összeillesztettük és egyesítettük. A folyamat végén egy tömör modellt kaptunk, amiből a *héj* paranccsal hoztunk létre üreges testet. Ehhez le kellett választani a húgyhólyag külső nyílásánál lévő lapot és be kellett állítani az eltolási távolságot -1 mm-re. Így egy 1 mm vastag falú üreges modellt kaptunk, a negatív eltolási iránnyal pedig megőriztük a belső átmérőket és a héjszerkezet kívülre épült a meglévő testre. Ellenőrzés céljából metszetet készítettünk (19. ábra).

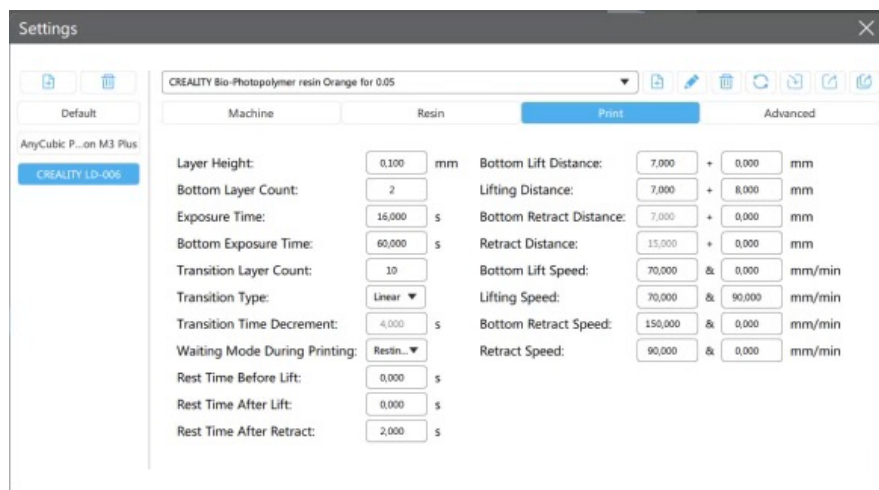


19. ábra

*Modell keresztmetszeti képe, sötétszürkével a falvastagság látható.*

### 3.2 A modell 3D nyomtatása

A nyomtatáshoz Szabó Nándortól kaptam segítséget. Az AutoCAD szoftverrel megrajzolt tervet stl formában mentettük le és a Chitubox szeletelő szoftverrel készítettük elő a nyomtatáshoz. Ez a szoftver 0,05 mm vékony szeletekre vágta a modellt, hogy a nyomtató ilyen léptékben nyomtassa ki. Ezzel a programmal kellett beállítani a nyomtatás egyéb paramétereit is, például a rétegvastagságot, expozíciós időt vagy emelési sebességet. (20. ábra)



20. ábra  
A nyomtatás paramétereinek beállítása.

A nyomtatás Creality LD-006 típusú SLA (stereolithography) 3D nyomtatóval történt és Liqcreate Elastomer-X típusú gyantával. A nyomtató és a gyanta kiválasztásánál figyelembe vettük a leendő modell tulajdonságait. Az SLA típusú 3D nyomtatással pontosan és részletgazdagon lehet nyomtatni és a részletek finomításához az Creality LD-006 típusú nyomtató 4K felbontású kijelzője nagyban hozzájárul. Az anatómiai tulajdonságokat utánozva egy rugalmas modellt szeretnénk volna létrehozni, ezért választottuk a Liqcreate Elastomer-X típusú gyantát. Nyomtatás és utókezelés után egy szilikonszerű rugalmas anyagot eredményez ez a gyanta.

Sajnos többszöri nyomtatási kísérlet után sem sikerült ezzel a módszerrel kinyomtatni a tervezett modellt, ez az „Eredmények” című fejezetben kerül részletezésre.

### 3.3 Az öntőforma megtervezése

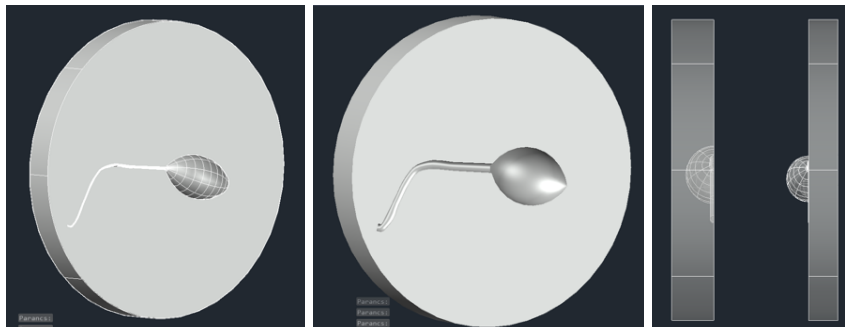
A modell sikertelen 3D nyomtatása után egy öntőforma tervezése mellett döntöttünk, amibe szilikont öntve készíthető el a modellt. A forma megrajzolásához a már meglévő modelltervet használtuk fel.

A modellt elfeleztük és a két oldaláról külön öntőforma tervet készítettünk. Ahhoz, hogy üreges legyen a végeredmény csináltunk egy negatív lenyomatot a modell külső oldaláról és egy pozitívat a belső oldaláról. A kettőt összeillesztve kapnánk meg az üreges modell egyik felét.

A pozitív nyomatnak szánt testet héjszerkezet nélkül újarajzoltuk a fent leírt módszerrel. Ennek a testnek a külső átmérői felelnek meg a szakirodalom által írt belső átmérőknek.

Ezután a testet elfeleztük és egy kört szerkesztettünk köré, aminek a középpontja a hólyaghúgycső találkozási pontja volt. *Kihúzás* paranccsal a körből szilárd testet hoztunk létre, amiből a modell kidomborodott, így létre hozva a pozitív nyomatot (21. ábra).

A negatív lenyomatot hasonlóan készítettük el. A test belső átmérője a kész modell külső átmérőjének felelt meg, a falvastagságot is figyelembe véve. A kör középpontját ugyanoda vettük fel, hogy a két nyomat összeilleszkedjen. *Kihúzás* paranccsal a modell irányába toltuk el a kört, úgy, hogy az belesüllyedjen. *Kivonás* paranccsal a szilárd kör alakú testből kivontuk a modellt, így egy negatív nyomatot kaptunk (21. ábra).



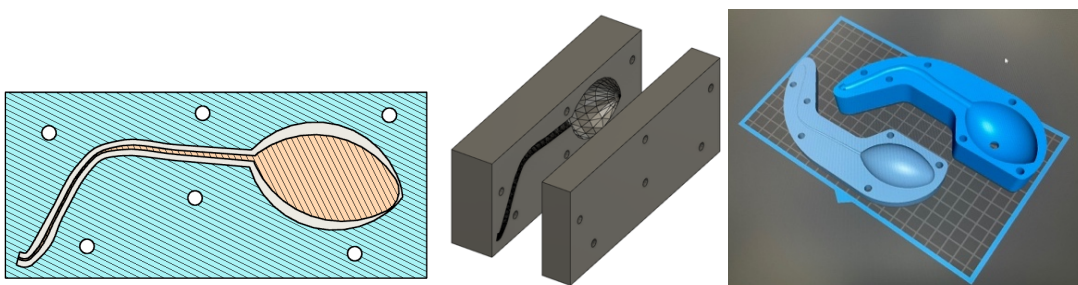
21. ábra

*Bal oldalon a pozitív nyomat, középen a negatív nyomat, jobb oldalon pedig a két egymásba illő nyomat.*

### 3.4 Az öntőforma nyomtatása

Az öntőforma nyomtatásához a már korábban említett nyomtatót és Anycubic ABS-Like Resin+ típusú fekete színű gyantát használtunk.

Az anyag és időmegtakarítás miatt kicsit módosítottunk a terven. Levágtuk a felesleges részeket és a pontos összeilleszkedés érdekében egybevágó furatokat helyeztünk el a nyomatokon (22. ábra).



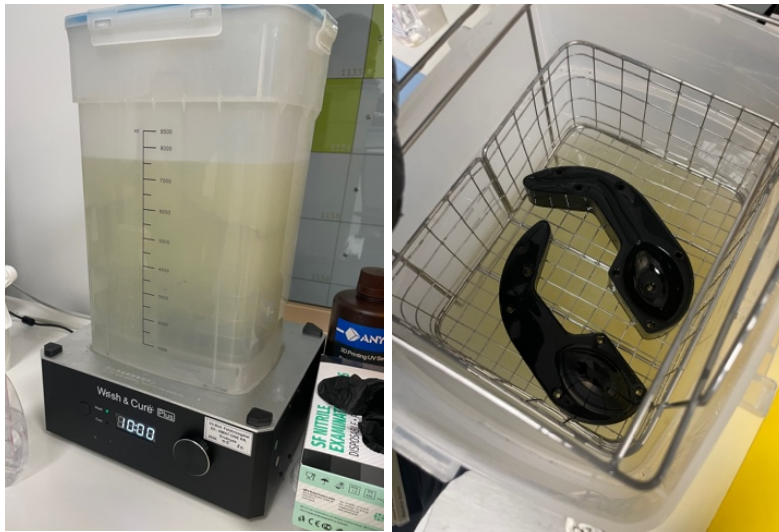
22. ábra

*Bal oldalon az egyik oldali egymásba illesztett pozitív és negatív nyomat keresztmetszeti képe, furatokkal.*

*Középen ugyanaz az oldal, külön választva, térbeli nézetben.*

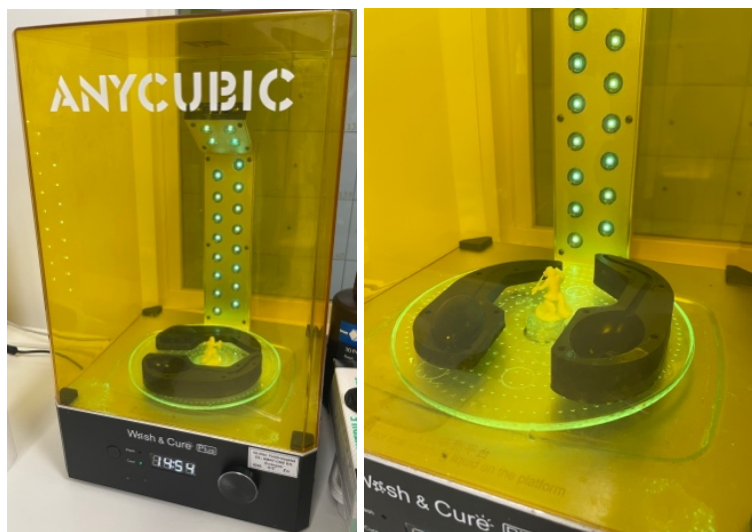
*Jobb oldalon a másik oldali pozitív és negatív oldal furatokkal, még tovább redukálva.*

A nyomtatás végeztével a formák utókezelésére volt szükség. Először egy izopropil alkohol tartalmú folyadékba kellett áztatni pár percre, hogy leoldódjon róla a felesleges gyanta (23. ábra).



23. ábra  
*Izopropilos mosás.*

Ezután 15 percre UV fény alá kellett helyezni, hogy véglegesen megszilárduljon (24. ábra). Ezzel a lépéssel kész lett az öntőforma.



24. ábra  
*Az öntőforma UV fény alatt.*

### 3.5 A modell kiöntése szilikkonnal

A modell kiöntéséhez barkácsáruházban kapható, ecetsavmentes, átlátszó szaniter szilikont használtam. A formákat étolajjal kentem be annak érdekében, hogy a pozitív és a negatív nyomat ne tapadjon össze, illetve a szilikon ne kössön bele a formába. A szilikont a negatív nyomatba nyomtam kinyomópisztoly segítségével, majd pontosan ráillesztettem a pozitív nyomatot. Ezután erősen összenyomtam az öntőformát, a felesleges kipréselt szilikont pedig eltávolítottam az oldaláról (25. ábra). A szilikon kötési idejéig, azaz 24 órán keresztül állni hagytam. Sajnos ez a próbálkozás is sikertelen volt (30. ábra)



25. ábra

*Bal oldalon: étolajjal kikent formák.  
Középen: szilikkonnal teli negatív forma.  
Jobb oldalon: összenyomott formák.*

Ezt követően a Bondex Kft szilikontechnikai szaküzletében beszereztem egy speciális szilikon oldószert (TKK Clean Protect – Universal Cleaner), Silorub formaelválasztó folyadékot, Rubosil SR-30 kétkomponensű önthető szilikont és hozzá való katalizátort. Ezek kiválasztásához szakértői segítséget kaptam az eladóktól és az önthető szilikon típusát a modellnek megfelelően választottuk ki. Figyelembe vettük, hogy egy rugalmas, de a vékony falvastagság miatt viszonylag magas szakítószilárdságú modellt kell kapnunk. A tulajdonságok alapján az SR-30 típusú szilikont választottuk.

A formát alaposan kitakarítottam, majd bekentem a formaelválasztó folyadékkal. Külön kimértem körülbelül 200 grammnyi szilikont és hozzáadtam a megfelelő mennyiségű katalizátort. Óvatosan homogén állagúra kevertem és vékony sugárban, lassan a formába öntöttem, hogy elkerüljem a légbuborékok keletkezését (26. ábra). A nyomatokat pontosan összeillesztettem és határozott mozdulattal erősen összenyomtam. A kötési ideig, vagyis 24 órán át állni hagytam. Sajnos ez a próbálkozás is sikertelen volt (31. ábra).

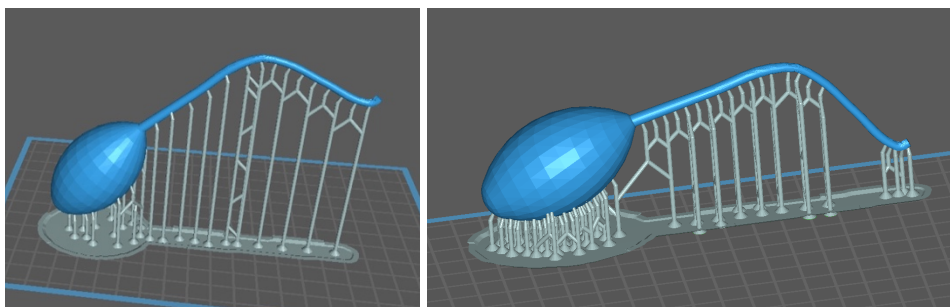


26. ábra  
*Formák kiöntése Rubosil SR-30 szilikkonnal.*



## 4. Eredmények

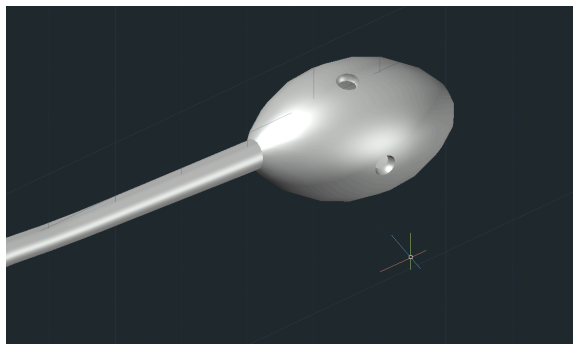
A kandúr macska katéter modell gyakorlati megvalósításához az első próbálkozásom a modell 3D nyomtatása volt. Az első sikertelen nyomtatás alkalmával, úgy gondoltuk, hogy nem lett elég stabilizátor berakva, így ezért nem tudta kinyomtatni a modellt a nyomtató. A szeletelőprogram segítségével módosítottunk a beállításokon (27. ábra).



27. ábra

*Bal oldali képen az első próbálkozás  
Jobb oldali képen a második próbálkozás sokkal több stabilizátorral*

Sajnos továbbra sem jártunk sikerrel, így a modellen kellett módosítani. Kisebbre vettük a húgyhólyagot és a nyomtatás könnyítése érdekében 3 mm átmérőjű lyukakat helyeztünk el rajta, hogy ne legyen egybefüggő üres tér a hólyag belsejében (28. ábra). Ez az utómosást is elősegítette.



28. ábra

*A modell újratervezve kisebb hólyaggal és 3 mm-es lyukakkal*

Sajnos többszöri kísérlet után sem sikerült kinyomtatni a modellt. Felkerestük a Liqcreate Elastomer-X gyanta gyártóját is és az általa ajánlott módosításokat is elvégeztük. Átváltottunk egy másik 3D nyomtatóra (Anycubic Photon M3 Plus) és változtattunk a nyomtatási paramétereken. Sajnos ez sem vezetett sikerre (29. ábra).



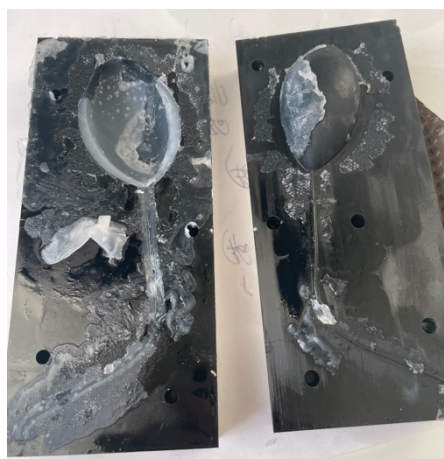
29. ábra

*Sikertelen próbálkozások a modell 3D nyomtatásával*

Ezután felkerestem több 3D nyomtatással foglalkozó céget, de egyik sem vállalta a modell elkészítését. Nehézséget a rugalmas anyag és a nagyon szűk átmérőjű hűgycső jelentett. Rugalmas anyagból nehéz pontosan nyomtatni, ugyanis gyakran van megfolyás a nyomtatás közben, így nem volt garantálható a nagyon szűk hűgycső átjárhatósága. Ezen okok miatt a legtöbb cég egyáltalán nem foglalkozik rugalmas anyag nyomtatásával.

Ezek után próbáltam egy másik oldalról megközelíteni a problémát. Mivel nem lehet rugalmas anyagból nyomtatni, arra gondoltam, hogy kiöntöm a modellt szilikonból. Felhasználtuk a meglévő terveket és öntőformát készítettünk, ennek menetét fentebb részleteztem.

Először étolajat használtam formaelválasztóként és egyszerű szaniter szilikont az öntéshez. Sajnos ez a próbálkozás is sikertelen volt. A szilikon teljesen belekötött a formába. A formát csak a nyomatok közé kalapált ékkel lehetett szétfeszíteni, a szilikont pedig elég nehezen, csak darabokban lehetett kiszedni belőle. Beszereztem egy szaküzletben kapható speciális oldószert, de így is napokig tartott a forma teljes megtisztítása (30. ábra).



30. ábra

*Sikertelen próbálkozás szaniter szilikkonnal*

Arra következtetésre jutottam, hogy az étolaj nem megfelelő formaelválasztónak és a szaniter szilikon is túl merev az öntéshez. Az előbb említett oldószerrel együtt beszereztem direkt szilikonhoz gyártott formaelválasztót és önthető szilikont. Sajnos ezzel a módszerrel sem sikerült kiönteni a modellt. A formába ugyanúgy beleragadt, mint a szaniter szilikon és nem lehetett egyben kiszedni belőle (31. ábra).



*31. ábra*

*Sikertelen próbálkozás Rubosil SR-30 szilikkal*

Sajnos a sikertelenség okára nem találtam a vonatkozó szakirodalomban magyarázatot. Tekintettel a diplomamunka benyújtásának szűk határidejére a probléma megoldására, illetve az ezzel kapcsolatos, már meglévő hipotézisek vizsgálatára már nem volt idő.

## 5. Következtetések

Időhiányában nem volt lehetőségem, de érdemes lenne tovább próbálkozni a modellöntéssel. Ki lehetne próbálni különböző anyagból készült öntőformákat (például gipsz, szilikon, gyurma stb.), hátha ezekbe nem tapadna bele a szilikon. Emellett többféle öntőanyaggal is lehetne próbálkozni.

A modellöntés mellett el lehetne indulni egy másik úton is. Elméleti szinten felmerült, hogy a húgycső paramétereinek megfelelő (0,7 mm, 1,3 mm, 1,5 mm és 2 mm) átmérőjű szilikon csöveket kellő hosszúságúra darabolva összeragasztom. Így lett volna egy primitívebb húgycsőmodell a folyamatosan szűkülő belső átmérővel együtt. Azonban ezen a vonalon is nehézségekbe ütköztem, ugyanis így egy egyenes csövet kaptam volna és nem lehetett véglegesen „S” alakban meghajlítani a csövet, csak ha valamihez odaragasztottam volna.

A gyakorlati kivitelezés sajnos nem sikerült, de ennek ellenére nem tekinteném teljesen eredménytelennek a diplomamunkámat. Bízom benne, hogy rávilágítottam a téma fontosságára és egyszer megvalósítható lesz egy kandúr macska katéter modell. Remélem, hogy a dolgozatom segítséget és ihletet ad majd a jövőben egy modell elkészítéséhez.

## 6. Összefoglalás

Diplomamunkámmal szeretném felhívni a figyelmet a kandúr macska húgycső katéterezés fontosságára és komplikációira. Részletesen ismertetem a kandúr macska húgycsővének sajátos anatómiáját, ami megnehezíti a katéterezést és hajlamosít bizonyos betegségekre. Dolgozatomban bemutatom az ehhez kapcsolódó kórképeket, illetve a katéterezés veszélyeit és helyes menetét. Megemlítem a Skills Lab fontosságát, valamint más egyetemek próbálkozásait a modell megvalósításra. Céloom egy kandúr macska húgycsőkatéter modell készítése, melynek segítségével a hallgatók és állatorvosok gyakorlati készséget szereznének ezen a téren. Ennek megvalósítására először a 3D nyomtatást választottam. Sajnos a nagyon szűk átmérőjű húgycsövet nem lehetett kinyomtatni rugalmas anyagból és egy cég sem tudta az átjárhatóságát garantálni. Ezután megpróbáltam egy másik úton, a modellöntéssel megvalósítani a célokat. Felhasználva a meglévő terveket, öntőformát készítettünk 3D nyomtatással. Ezt a formát öntöttem ki először szaniter szilikonnal, azonban ez túl merevnek bizonyult és nem jött ki a formából. Beszereztem egy speciális kétkomponensű önthető szilikont és ezzel is megpróbáltam kiönteni a formát. Sajnos ezzel a módszerrel sem sikerült megvalósítani a modellt és időhiányában nem tudtam több ötletet megvalósítani.

## 7. Bibliográfia

1. Hudson L, Hamilton W (2017) Atlas of Feline Anatomy For Veterinarians. CRC Press
2. Sebastiani AM, Fishbeck DW (2005) Mammalian anatomy: the cat. Morton Publishing Company
3. Thomas FF (1996) Applied Anatomy and Physiology of the Feline Lower Urinary Tract. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* 26:181–196. [https://doi.org/10.1016/S0195-5616\(96\)50201-9](https://doi.org/10.1016/S0195-5616(96)50201-9)
4. Johnston SA, Tobias KM (2017) *Veterinary Surgery: Small Animal Expert Consult*. Elsevier Health Sciences
5. Aronson LR (2015) *Small animal surgical emergencies*. John Wiley & Sons
6. Abdel-Saeed H, Tahon R, Farag H (2020) Diagnostic and epidemiological studies on obstructive feline lower urinary tract disease (FLUTD) with special reference to anatomical findings in Egyptian tomcats. *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine* 24:2020. <https://doi.org/10.15547/bjvm.2019-0096>
7. Cullen WC, Fletcher TF, Bradley WF (1983) Morphometry of the Male Feline Pelvic Urethra. *Journal of Urology* 129:186–189. [https://doi.org/10.1016/S0022-5347\(17\)51979-5](https://doi.org/10.1016/S0022-5347(17)51979-5)
8. Wang B, Bhadra N, Grill WM (1999) Functional anatomy of the male feline urethra: morphological and physiological correlations. *J Urol* 161:654–659
9. Johnson AK (2022) Normal feline reproduction: The tom. *Journal of Feline Medicine and Surgery* 24:212–220. <https://doi.org/10.1177/1098612X221079707>
10. Vörös K (2019) *Állatorvosi belgyógyászat: A kutyák és macskák betegségei*. Magyar Állatorvosi Kamara, Budapest
11. Gunn-Moore DA (2003) Feline lower urinary tract disease. *Journal of Feline Medicine and Surgery* 5:133–138. [https://doi.org/10.1016/S1098-612X\(02\)00129-8](https://doi.org/10.1016/S1098-612X(02)00129-8)
12. Jones A (2009) Feline Lower Urinary Tract Disease (FLUTD): an overview. *Veterinary Nursing Journal* 24:21–24. <https://doi.org/10.1080/17415349.2009.11013073>
13. Chew DJ, DiBartola SP, Schenck P (2010) *Canine and feline nephrology and urology*. Elsevier Health Sciences
14. Bartges J, Polzin D (2011) *Nephrology and urology of small animals*. John Wiley & Sons

15. Little S (2015) *August's Consultations in Feline Internal Medicine*. Elsevier Health Sciences
16. Controversies in the management of feline urethral obstruction - Cooper - 2015 - *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care* - Wiley Online Library. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/vec.12278>. Accessed 2 Nov 2023
17. Cannon AB, Westropp JL, Ruby AL, Kass PH (2007) Evaluation of trends in urolith composition in cats: 5,230 cases (1985–2004). *Journal of the American Veterinary Medical Association* 231:570–576. <https://doi.org/10.2460/javma.231.4.570>
18. Grauer GF (2015) Feline Struvite & Calcium Oxalate Urolithiasis. *Today's Vet Pract* 5:14–20
19. Osborne CA, Lulich JP, Kruger JM, Ulrich LK, Koehler LA (2009) Analysis of 451,891 Canine Uroliths, Feline Uroliths, and Feline Urethral Plugs from 1981 to 2007: Perspectives from the Minnesota Urolith Center. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* 39:183–197. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2008.09.011>
20. Bartges JW (2016) Feline Calcium Oxalate Urolithiasis: Risk factors and rational treatment approaches. *Journal of Feline Medicine and Surgery* 18:712–722. <https://doi.org/10.1177/1098612X16660442>
21. Németh T (2016) *Kisállatok Lágyszervi Sebészete és Műtéttana*. Szerzői magánkiadás, Budapest
22. Cosford KL, Koo ST (2020) In-hospital medical management of feline urethral obstruction: A review of recent clinical research. *Can Vet J* 61:595–604
23. George CM, Grauer GF (2016) Feline urethral obstruction: Diagnosis & management. *Today's Veterinary Practice* 6:36–46
24. Lekcharoensuk C, Osborne CA, Lulich JP (2002) Evaluation of trends in frequency of urethrostomy for treatment of urethral obstruction in cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 221:502–505. <https://doi.org/10.2460/javma.2002.221.502>
25. Aumann M, Worth LT, Drobatz KJ (1998) Uroperitoneum in cats: 26 cases (1986-1995). *J Am Anim Hosp Assoc* 34:315–324. <https://doi.org/10.5326/15473317-34-4-315>
26. Addison ES, Halfacree Z, Moore AH, Demetriou J, Parsons K, Tivers M (2014) A retrospective analysis of urethral rupture in 63 cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery* 16:300–307. <https://doi.org/10.1177/1098612X13508194>
27. Hammond TN, King RG, Danielson KC (2023) Successful management of

pelvic urethral strictures with balloon dilation in 3 cats. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care* 33:371–379. <https://doi.org/10.1111/vec.13288>

28. Corgozinho KB, de Souza HJM, Pereira AN, Belchior C, da Silva MA, Martins MCL, Damico CB (2007) Catheter-induced urethral trauma in cats with urethral obstruction. *Journal of Feline Medicine and Surgery* 9:481–486. <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2007.09.002>

29. Robakiewicz P, Halfacree Z (2023) Urinary Tract Trauma in Cats: Stabilisation, Diagnosis and Management. *Journal of Feline Medicine and Surgery* 25:1098612X231159073. <https://doi.org/10.1177/1098612X231159073>

30. Pachtinger G (2014) Urinary Catheter Placement for Feline Urethral Obstruction. *Clinicians Brief* 69–74

31. Baillie S, Booth N, Catterall A, Coombes N, Crowther E, Dilly M, Farrell R, Langeb R, O'Reilly M, Read E *A Guide to Veterinary Clinical Skills Laboratories*

32. Akaike M, Fukutomi M, Nagamune M, Fujimoto A, Tsuji A, Ishida K, Iwata T (2012) Simulation-based medical education in clinical skills laboratory. *The Journal of Medical Investigation* 59:28–35. <https://doi.org/10.2152/jmi.59.28>

33. Lynagh M, Burton R, Sanson-Fisher R (2007) A systematic review of medical skills laboratory training: where to from here? *Medical Education* 41:879–887. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.2007.02821.x>

34. Bugaj TJ, Nikendei C (2016) Practical Clinical Training in Skills Labs: Theory and Practice. *GMS J Med Educ* 33:Doc63. <https://doi.org/10.3205/zma001062>

35. Male cat urinary catheter model (nem publikált). <https://www.clinicalskillsandsimulation.com/forums/topic/male-cat-urinary-catheter-model/?fbclid=IwAR23XW8pD0ndQFn6DWqPUslhGTcF8FyMdl7065hTaF-xYOM9KleCpILhDTQ>

36. Feline UCATH Manikins. In: *Paws 2 Claws*. [http://www.paws2claws.com/Manikins\\_FelineUCATH.html#ad-image-0](http://www.paws2claws.com/Manikins_FelineUCATH.html#ad-image-0)

37. Male Feline Urinary Catheter Model. In: *Holsim Veterinary*. <https://www.holsim.co.nz/product-page/male-feline-urinary-catheter-model>



## 8. Köszönetnyilvánítás

Szeretném megköszönni a családomnak és barátaimnak a sok támogatást és tanácsot, akik minden egyes sikertelen megvalósítás után is biztattak, tartották bennem a lelket és fáradhatatlanul próbáltak megoldást keresni a problémákra.

Külön meg szeretném köszönni dr. Cerny Claudiának, aki megadta a kezdőlöketet a diplomamunkám elkezdéséhez és sok segítséget nyújtott az anatómiai rész leírásában.

Nagyon köszönöm Édesanyámnak, Berkiné Oláh Szonjának, akivel órákon és napokon keresztül, sokszor éjszakába nyúlóan dolgoztunk a modell és az öntőforma megtervezésén. Köszönöm neki a támogatást és a sokszori átolvasást.

Külön köszönöm Szabó Nándor fáradhatatlan munkáját, aki végig lelkesen, idejét nem sajnálva próbálta megvalósítani a modellt 3D nyomtatással. Rengeteg tanácsot, valamint biztatást kaptam tőle. Az ő segítségével nélkül nem tudtam volna időben befejezni a dolgozatomat.

Végül, de nem utolsó sorban, köszönöm témavezetőmnek, dr. Balogh Mártonnak, akinek az egész diplomamunkámat köszönhetem.