

# **Diplomamunka**

Bodolay Sába

2018

Állatorvostudományi Egyetem  
Sebészeti és Szemészeti Tanszék és Klinika

**A vacuum phenomen diagnosztikai megítélése  
gerincbeteg kutyákban**

Készítette: Bodolay Sába

Témavezető: Dr. Arany-Tóth Attila PhD

ÁTE, Sebészeti és Szemészeti Tanszék és Klinika,  
egyetemi adjunktus

Budapest, 2018

## Tartalomjegyzék

1. Rövidítések jegyzéke.....	2
2. Bevezetés.....	3
3. Szakirodalmi áttekintés .....	4
3.1 A vacuum phenomen előfordulása .....	4
3.2 A vacuum phenomen eredete .....	4
3.3 Az intervertebralis discus .....	5
3.4 A vacuum phenomen kialakulásának okai .....	6
3.5 Humán előfordulás .....	7
3.6 A porckorong degeneratív elváltozása és a vacuum phenomen összefüggése .....	8
3.7 A gerinc gyakoribb degeneratív elváltozásai .....	8
3.7.1 A csigolyaközi porckorong degeneratív betegsége (IVDD) .....	8
3.7.2 Lumbosacralis betegség .....	11
3.8 A gerincbetegségek diagnosztikája .....	12
3.9 Képalkotó módszerek.....	13
3.9.1 Myelographia .....	13
3.9.2 Computertomographia.....	14
3.9.3 MR.....	15
3.9.4 Epidurographia.....	16
3.9.5 Szcintigraphia.....	16
3.10 A vacuum phenomen képalkotó diagnosztikája .....	16
3.11 Vacuum phenomen jelentősége a gerincbetegségek diagnosztikájában.....	17
4. Anyag és módszer.....	19
4.1 CT-vizsgálatok .....	20
4.2 Felvételek kiértékelése .....	20
5. Eredmények.....	22
5.1 Klinikai alapadatok .....	22
5.2 A CT-vizsgálat eredményei.....	24
5.3 A vacuum phenoment tartalmazó esetek.....	27
6. Megbeszélés .....	29
7. Összefoglalás.....	32
8. Angol nyelvű összefoglalás (Summary).....	33
9. Irodalom .....	34
10. Köszönetnyilvánítás .....	36

## 1. Rövidítések jegyzéke

AF: anulus fibrosus

ANNPE: acute nonprogressive nucleus pulposus extrusion

C: cervicalis csigolya

CD: chondrodystrophiás

CT: computertomographia

FCE: fibrocartilago embolia

IVDD: intervertebral disc disease, (a csigolyaközi porckorong degeneratív betegsége)

IVP: intervertebralis vacuum phenomen

L: lumbalis csigolya

LSS: lumbosacralis stenosis

MR: mágneses rezonancia vizsgálat

NCD: nem chondrodystrophiás

NP: nucleus pulposus

S: sacralis csigolya

T: thoracalis csigolya

VP: vacuum phenomen

## 2. Bevezetés

Az intervertebralis vacuum phenomen fogalom az intervertebralis részben való gázfelhalmozódást jelent. Humán gyógyászatban az ízületi és intervertebralis vacuum phenomen is régóta ismert jelenség. Állatorvosi viszonylatban ennek diagnosztikája csak a keresztmetszeti képalkotó eljárások mind nagyobb mértékű használatával kezdődött.

A jelenség az extracellularis folyadékban található gázok kioldódásával magyarázható, amelyek a degenerálódott porckorongok repedéseiben halmozódnak fel. Ezenkívül megjelenhet intervertebralis vacuum phenomen másodlagosan is, hirtelen nyomáscsökkenés hatására, például herniálódott porckorong esetén (Söffler és mtsai, 2014).

A vacuum phenomen megjelenítése röntgen, CT (computertomographia), vagy MR (mágneses rezonancia vizsgálat) alkalmazásával történhet. Megjelenését általánosan porckorongsérvre utaló jelként tartják számon (Hathcock, 1994).

Az Állatorvostudományi Egyetem beteganyagában az utóbbi években több esetben találkoztunk e ritka jelenséggel, nem ritkán a klinikailag szignifikáns elváltozás helyén.

Tanulmányunkban arra kerestük a választ, hogy milyen gyakran fordul elő kutyák CT-vizsgálata során vacuum phenomen és azt milyen kóros elváltozással tudjuk összefüggésbe hozni. Vizsgálatainkban kiemeltük azokat az eseteket, ahol vacuum phenomen jelent meg, itt hangsúlyt fektettünk azok lokalizációjára olyan szempontból, hogy milyen arányban egyezik meg a klinikai tüneteket okozó elváltozás (elsősorban discus hernia) műtétilag igazolt helyével. Diagnosztikai szempontból arra a kérdésre tértünk ki, hogy kompresszív elváltozást nem igazoló, natív CT-felvételen megjelenő vacuum phenomen indikáció lehet-e myelo-CT vizsgálat elkészítésére annak érdekében, hogy kifejezetten azon a területen igazolni tudjunk valamely, gerincvelőt érintő, de natív felvételen nem látható elváltozást.

A vizsgálatok célja annak meghatározása volt, hogy milyen gyakorisággal fordul elő vacuum phenomen az Állatorvostudományi Egyetem beteganyagában, illetve alkalmazhatjuk-e vacuum phenomen megjelenését diagnosztikai jelként a kóros locus megtalálásában.

### **3. Szakirodalmi áttekintés**

#### **3.1 A vacuum phenomen előfordulása**

Vacuum phenomennal elsősorban degeneratív gerincbetegségek kapcsán találkozunk, így a továbbiakban a leggyakrabban előforduló elváltozásokkal foglalkozunk. Kutyaiban a legfontosabb degeneratív betegségek közé soroljuk az alábbiakat: discopathia intervertebralis (IVDD - intervertebral disc disease), degeneratív lumbosacralis stenosis, degeneratív myelopathia, osteoarthritis, spondylosis deformans és extraduralis synovialis cysta. Ezek gyakran egymással összefüggésben, komplex módon jelennek meg és okoznak klinikai tüneteket (Sharp és Wheeler, 2005).

#### **3.2 A vacuum phenomen eredete**

A „vacuum phenomen” fogalom elsősorban humán gyógyászatban használt kifejezés, amelyet elsőként a synovialis ízületekben, vagy a függesztőövben felhalmozódó, majd a gerinc egyes szakaszain, elsősorban a discus intervertebralisban, a canalis spinalisban, vagy a csigolyatestben megjelenő gázként írtak le (Müller és mtsai. 2013). A discusban felhalmozódó gáz nagyrészt degeneráció következménye, a canalis spinalisban szintén megjelenhet gáz degenerált discus kapcsán, illetve tumor, fertőzés, vagy trauma során is. A gázfelhalmozódás a lokalizációja szerint lehet epiduralis, intraduralis, vagy intradiscalis (Ryu és mtsai, 2012).

A vacuum phenomen fogalom az általunk vizsgált esetben olyan gázfelhalmozódásra utal, amely a csigolyaközi résben jelenik meg. Ez a gáz valószínűleg az extracellularis folyadékban található gázok kioldódásával keletkezik. A fő összetevői a nitrogén, oxigén és szén-dioxid, általában az extracellularis folyadéknak megfelelő arányban (Weber és mtsai, 1995).

A gáz elsősorban a degenerált porckorong repedéseiben halmozódik fel, általában hirtelen bekövetkező nyomáscsökkenésre, például a csigolyák nyújtása során a csigolyaközi rések tágításával, vagy porckorong herniálódás esetén a kitüremkedett porckoronganyag helyén keletkezett űrben. Vacuum phenomen megjelenhet az epiduralis térben, a kisízületekben, valamint a csigolyatestben is. Kutyaiban a vállízületi vacuum phenomen kialakulása sem ritka jelenség (Söffler és mtsai, 2014).

Humán gyógyászatban a vacuum phenomen jól ismert jelenség, ugyanakkor az állatorvosi irodalomban egyelőre csak néhány leírt eset van erre vonatkozólag. Az első, állatban leírt eset egy metatarsophalangealis ízületéről készült stressz-felvételen volt látható lóban 1990-ben (Specht és mtsai, 1990). Két évvel később kutyákban a scapulohumeralis ízületben írtak le vacuum phenoment. Ezekben az esetekben összefüggést feltételeztek osteochondrosis dissecans fennállása és a vacuum phenomen kialakulása között (van Bree, 1992). Gerincben megjelenő vacuum phenoment elsőként 1994-ben írtak le, három kutya esetében, CT-felvételek alapján (Hathcock, 1994). Ezt követően 12 kutyában egyéb, discus herniával összefüggő degeneratív elváltozásokkal együtt jegyezték le, úgymint a discus tér szűkülete, spondylosis deformans, vagy sclerotikus véglemez (Müller és mtsai, 2013). Cauda equinát érintő elváltozással összefüggésben írtak le vacuum phenoment a lumbosacralis porckorongban, illetve az L7-S1 szegmens kisízületeiben (Schwarz és mtsai, 2000). 2008-ban Suwankong vizsgálatai során 115 degeneratív lumbosacralis stenosisal diagnosztizált kutyának 36,5%-ában jelent meg vacuum phenomen (Suwankong és mtsai, 2008). A korai leírások alapján arra következtettek, hogy a vacuum phenomen discus degenerációt jelezhet. A degeneratív elváltozások és a vacuum phenomen megjelenése közti összefüggést később két tanulmányban is (Müller és mtsai, 2013; Söffler és mtsai, 2014) vizsgálták.

### **3.3 Az intervertebralis discus**

Az intervertebralis discus (csigolyaközi porckorong) különböző struktúrájú és funkciójú kötőszövetekből áll, amelyek egymásra dinamikus hatást fejtenek ki a porckorongban. Ez a szerkezet a porckorongot olyan egyedi ellenállóképességgel látja el, amellyel ellenáll a ráható nyomásnak, és biztosítja a gerincoszlop flexibilitását. A porckorongok keresztmetszete és dőlési szöge a gerincoszlop különböző szakaszain eltérő, azonban strukturális felépítésük azonos (Innes és Melrose, 2014).

A porckorong egy centralis, folyadékban és proteoglikánban gazdag puha részből, a nucleus pulposusból (kocsonyás mag), és az azt körbevevő durva kötőszöveti rostokból álló anulus fibrosusból (rostos gyűrű) áll. Az anulus fibrosus és a nucleus pulposus közötti területet tranziens zónának nevezzük (Bergknut és mtsai, 2014).

Az egészséges nucleus pulposus egy hozzávetőleg 80-88% víztartalmú képlet. Ebből eredően a centralis rész hidrosztatikai nyomást fejt ki a porckorong külső részére, így a ráható kompressziót minden irányban eloszlatja, illetve biztosítja a spinalis mobilitást és

stabilitást. Jellemzően chondrocyták, fibrocyták és notochordalis sejtek alkotják. A nucleus pulposus minden irányból körbeveszi a rostos lemezekből álló anulus fibrosus, amelynek ventralis oldala két-háromszor vastagabb, mint a dorsalis. Az anulus fibrosus lemezei koncentrikus gyűrűk formájában biztosítják a stabil helyzetet a porckorong különböző terhelése során: axialis irányú forgatás, flexio, extensio, illetve axialis compressio során, valamint magába foglalva a nucleus pulposus, ütközőként továbbítja a porckorongra ható nyomást.

A csigolya porckoronggal érintkező, cranialis és caudalis vége a csigolyavéglemez (CEPs: cartilaginous end plates), amely egy vékony hyalinporc réteg. A véglemezek egyenletesen eloszlatják a csigolyatestre irányuló terhelést, valamint féligáteresztő membránként részt vesznek a porckorong táplálásában. A véglemezek részben deformálhatóak magas víztartalmuknak köszönhetően (50-80%), ezzel a gerincoszlop terhelésekor megfelelő helyzetben tartják a nucleus pulposus (Smolders és Forterre, 2014).

A ligamentum longitudinale a csigolyatesttől dorsalisán és ventralisan fut, és az egyes porckorongok anulus fibrosusának rostjaival összeköttetésben áll. A lumbosacralis porckorong lapos, dorsalisán konvex és az esetek nagy részében enyhén bedomborodik a gerinccsatornába (Söffler és mtsai, 2014)

### **3.4 A vacuum phenomen kialakulásának okai**

Az intervertebralis vacuum phenomen megjelenése porckorongdegenerációra, porckorongelöesésre, illetve egyéb, gerincoszlopot érintő megbetegedésekre, úgymint csontcysta, Schmorl-csomó, osteonecrosis és ritkán osteomyelitisre utal. Differenciál diagnosztikai szempontból vizsgáltak egy korábbi tanulmányban 12 kutyát, amelyeknél vacuum phenoment találtak (Weber és mtsai, 1995). A vizsgálat arra irányult, hogy hány esetben okozza a gázfelhalmozódást degeneratív elváltozáson kívül egyéb ok, például fertőzés, ízületgyulladás, vagy egyes beavatkozások (injekció, ízületi folyadék csapolása). A vizsgált állatok felében spinalis vacuum phenomen volt jelen, ezek közül minden esetben látható volt sclerotizáló véglemez, spondylosis deformans. A felhalmozódó gáz mennyisége a gerinc nyújtása során minden esetben nőtt, és a kontroll vizsgálaton három nappal később is fellelhető volt. Három kutyánál volt sternocostalis vagy intersternobralis vacuum phenomen, ezeknél az intersternobralis tér beszűkülését lehetett megfigyelni. A sternumban megjelenő vacuum phenoment korábban a pozicionáláshoz szükséges végtagnyújtással hozták összefüggésbe, illetve oka lehet még a synchondrosis



intersternebralis nem megfelelő szilárdsága. További három kutyában találtak vacuum phenoment a vállízületben, mindhárom esetben degeneratív elváltozások jelenlétével együtt. A vállízületi vacuum phenomen esetében a gáz jelenléte miatt a röntgenfelvételen az ízületi porc is láthatóvá vált. Egyik esetben sem találtak a degeneratív elváltozáson kívül egyéb okot, ami magyarázhatta volna a gáz jelenlétét. Ebben a vizsgálatban a gerincoszlopban megjelenő vacuum phenomen okát nem keresték, de a további vizsgálatok során itt is összefüggésbe tudták hozni degeneratív elváltozásokkal, vagy az adott ízület instabilitásával (Weber és mtsai, 1995)

### **3.5 Humán előfordulás**

Humán vonatkozásban az intervertebralis vacuum phenoment többek között osteoporotikus változásokkal kapcsolatban írták le. Feltehetőleg összefüggés van az inter- és intravertebralis vacuum phenomenok között, mivel ezek egymással fizikailag összeköttetésben vannak. Humán eseteknél a vacuum phenomen leggyakoribb előfordulása a thoracolumbalis és a cervicalis szegmensre jellemző, de gyakran előfordul a lumbosacralis átmenetnél is (Söffler és mtsai, 2014).

Korábbi leírások dokumentálták vacuum phenomen előfordulását olyan emberekben, ahol degeneratív kisízületi gyulladás által okozott ízületi deformitás állt fenn, amely a csigolyák sublúxióját okozta. A gáz felhalmozódhat az interarcualis területen, a ligamentum flavumtól dorsalisán, vagy az egyik degenerált ízület synovialis cystájában. Ilyen synovialis cysták gyakran megtalálhatók olyan esetekben, amikor lumbalis szegmens kisízületei degenerálódnak, és ez vacuum phenomen kialakulását is okozhatja. Ezekben az esetekben gyaníthatóan a degenerálódott kisízület miatt megnövekedett fokú lazaság teszi lehetővé a gáz felhalmozódását az ízületben, vagy az azt körbevevő képletekben.

A vacuum phenomen felismerése és megjelenítése humán gyógyászatban is mindenképpen fontos, mivel a porckorong degeneratív elváltozásait jelezheti. A csigolyatestben megjelenő gázt írtak már le csigolyatöréssel összefüggésben, illetve osteoporosisos idős emberekben.

Differenciál diagnosztikai szempontból fontos tudni, hogy egyes esetekben okozhatja vacuum phenomen kialakulását gáztermelő baktériummal való fertőződés, nyílt seb, mechanikai nyújtás, törés, vagy punkció is (Schwarz és mtsai, 2000).

### **3.6 A porckorong degeneratív elváltozása és a vacuum phenomen összefüggése**

Minden olyan kórfolyamat, amely a porckorongot károsítja (pl. trauma, daganatos elváltozás, lumbosacralis tranziens vertebra, vagy fertőzések) elősegítheti a porckorong degenerációját. A porckorong degeneratív elváltozásai során olyan biokémiai változások következnek be, amelyek miatt a víz- és proteoglikántartalom csökken, a kollagéntartalom pedig nő. A porckorong állományának elaszticitása ezáltal csökken, így anyagában apró repedések keletkeznek. A csigolyaközi rés beszűkül, a véglemezen sclerosis, impressio, ún. Schmorl-csomó, valamint osteophyták keletkezhetnek. A Schmorl-csomó az a ritka jelenség, amikor a discus degenerációja során a véglemezek repedésein keresztül a sérült nucleus pulposus a csigolya testébe herniálódik.

A porckorong degenerációjának következménye lehet az anulus fibrosus, illetve a dorsalis ligamentum longitudinale szakadása, amely lehetővé teszi a nucleus pulposus elődomborodását a canalis spinalisba. 1942-ben Knutsson írta le az összefüggést a degeneratív porckorongbetegség és az intervertebralis vacuum phenomen (IVP) között (Müller és mtsai, 2013).

### **3.7 A gerinc gyakoribb degeneratív elváltozásai**

#### **3.7.1 A csigolyaközi porckorong degeneratív betegsége (IVDD)**

A csigolyaközi porckorong degenerációja olyan alapvető folyamat, amely a legtöbb herniálódó porckorong kialakulásának alapja. A degeneráció során a nucleus pulposus (NP) elveszíti vízfelvevő képességét, így „párna” funkcióját is. Ennek következtében a legnagyobb terhelés, amelyet normál esetben a NP felfogna, átvezetődik az anulus fibrosusra (AF). Az AF felépítése nem teszi lehetővé a folyamatos teherviselést, így fokozatosan elveszíti a rugalmasságát, és a húzóerővel szembeni ellenállóképességét.

Ezen degeneratív elváltozások kimenetele leggyakrabban a porckorong elődomborodása, illetve sok esetben az anulus fibrosus átszakadása, amely során a nucleus pulposus anyaga ki tud préselődni, veszélyeztetve ezzel az intervertebralis discus funkcióját. Lényegében a degenerált discus képtelen lesz megbirkózni a folyamatos, egyébként fiziológias megterheléssel, amelynek rendellenes elmozdulás lesz a következménye. Mivel az anulus fibrosus dorsalis felszíne két-háromszor vékonyabb, mint a ventralis, így általában a dorsalis oldalon figyelhetjük meg a porckorong rendellenes elmozdulását.

A csigolyaközi porckorong elmozdulása nem csak a porckorong degenerációjának következményeként jöhet létre, hanem ritkábban trauma vagy nagymértékű fizikai megterhelés esetén is. Ilyenkor az elmozdulás a nem degenerált nucleus pulposus hirtelen kitüremkedését jelenti a dorsalis vagy dorsolateralis anulus fibrosuson keresztül. A porckorong degenerációjánál említett biokémiai változások bármely kutyában előfordulhatnak, tényleges herniálódás esetén azonban meg kell különböztetni a chondrodystrophiás és nem chondrodystrophiás fajtákat. A két csoport között jelentős különbségek vannak a porckorong kóros elváltozásának jellegében, életkorban, az elváltozásra jellemző lokalizációban (Smolders és Forterre, 2014).

Chondrodystrophiás (CD) fajták esetében a porckorong degenerációja relatíve gyors ütemben zajlik. A degeneráció során chondrocyták foglalják el a sejtek helyét (chondroid metaplasia). A porckorong glükózamino-glikán tartalma csökken, a kollagén mennyisége pedig megnő. A nucleusban jellemzően calcificatio következik be, így elveszíti hidraulikus funkcióját. Az anulus fibrosusban másodlagos elváltozások jelennek meg. Ezek a változások végül az anulus fibrosus, illetve a ligamentum longitudinale átszakadásához vezethetnek, amelynek következtében a nucleus pulposus anyaga betüremkedik a canalis vertebralisba. Az ilyen jellegű discus elváltozásokat Hansen I-es discopathiának nevezzük, ekkor herniatio, extrusio következik be (Sharp és Wheeler, 2005).

A chondrodystrophiás fajtákra jellemző másik jelentős tulajdonság, hogy a porckorong degenerációja általában az egész gerincoszlopon mindenhol megjelenik, tehát feltehetőleg a biomechanikai faktoroknak kisebb szerepe van ezekben az esetekben. Fontos megjegyezni, hogy ezekben a fajtákban nincs korreláció a relatív hosszú gerincoszlop és a discus degeneráció között, sőt, a rövidebb gerincű, nagyobb marmagasságú és medence körméretű chondrodystrophiás kutyáknál nagyobb kockázat áll fenn a discus herniálódására.

Chondrodystrophiás kutyákban általában fiatalon, 3-6 éves korban jelennek meg a degeneráció első jelei, így feltételezhető a nucleus pulposus abnormális szintézisének genetikai öröklődése. Ennek ellenére még tisztázatlan az oka annak, hogy egyes gerincszakaszokon (cervicalis és thoracolumbalis szegmensek) miért fordul elő nagyobb arányban discus herniatio. A thoracolumbalis szakaszon ez betudható a rigid thoracalis szakaszból a flexibilis lumbalis szakaszba való átmenetnek. A thoracolumbalis herniatiók 75%-a a T11-12 illetve az L1-2 csigolyák között alakul ki. A thoracalis 1-es és 9-es csigolyák közötti alacsony arányú előfordulás az intercapitalis ligamentumoknak

köszönhető, amelyek a ligamentum longitudinale dorsalétól ventralisan helyeződnek, és megelőzik a porckorong dorsalis és dorsolateralis irányú diszlokációját.

Nem chondrodystrophiás (NCD) kutyák esetében az intervertebralis discus degenerációja általában lassabban, fokozatosabban alakul ki. Az AF degenerációja a NP degenerációjától függetlenül is bekövetkezhet, ennek során jellemzően a lemezek fragmentációja és disorganizációja, valamint ebből következően fissurák kialakulása történik. Itt is jellemző az intervertebralis discus dehidrációja és a glükózamino-glikán megfogyatkozás (Smolders és Forterre, 2014).

Ebben az esetben a fibroid metaplasia és degeneráció történik a nucleus pulposusban. Az anulus fibrosusra megnyúlás, hypertrophia jellemző, vagy partialis ruptura, amelyekkel főleg krónikus, progresszív neurológiai tünetek kialakulását okozza (Thrall, 2018).

Tekintve, hogy a degeneráció kialakulása fokozatos, a klinikai kép is kevésbé súlyos. Leggyakrabban a nucleus pulposus partialis herniációja az anulus fibrosus repedésén keresztül és discus protrúzió jellemzi (Hansen II discopathia).

Ez a típus gyakran multifokálisan, a legmobilisabb helyeken alakul ki, jellemzően nagytestű kutyákban. A legnagyobb arányban a C5-C7, illetve az L7-S1 szegmensben alakul ki az elmozdulás. A cervicalis szakaszon ez elsősorban annak köszönhető, hogy a caudalis részen a csigolyák alakjuk és konformációjuk miatt nagymértékű axialis mozgást tesznek lehetővé, ezáltal egyéb szegmensekhez képest ezeken a területeken fokozottabb instabilitás alakul ki.

Az L7-S1 szakaszon kialakuló gyakori elváltozás szintén a fokozott mobilitással magyarázható, a lumbosacralis ízületben ugyanis a porckorong helyeződése miatt jelentős flexió-extenzió, axiális rotáció és ventrodorsalis irányú mozgás lehetséges. Nagytestű kutyák esetében tovább növeli a rizikót az, hogy arányaiban a lumbosacralis ízületre eső egységnyi testtömeg nagyobb, mint kistestű kutyák esetében (Smolders és Forterre, 2014).

Discus degeneráció esetén meg kell említeni a fajta predispozíciót is. Kiemelkedő arányban alakul ki tacsókban, akár 10x gyakrabban, mint más chondrodystrophiás kutyákban (Csébi, 2011).

Német juhászkutyák egyéb, specifikus tényezők miatt is jobban predisponáltak a discopathia kialakulására. Ilyen tényező például a sacralis osteochondrosis, amellyel a sacralis véglemez degenerációja és fragmentációja jár együtt. Az abnormalis sacralis véglemez miatt romlik a porckorong tápanyagokkal való ellátása, amely szintén porckorong-degenerációhoz és dislocatiohoz vezet. Szintén ebben a fajtában aránylag

gyakran, egyéb fajták esetében ritkábban fordul elő lumbosacralis tranziens vertebra (LTV) kialakulása, amely abnormális terhelést helyezve a lumbosacralis porckorongra, növeli az elmozdulás esélyét.

Az IVDD klinikai tünetekben való megnyilvánulása abból adódik, hogy az intakt discus, vagy a discus anyag a canalis vertebralisba való kitüremkedésével a gerincvelő összenyomódását okozza (Smolders és Forterre, 2014).

### **3.7.2 Lumbosacralis betegség**

Vizsgálataink során második leggyakrabban felmerülő problémaként a lumbosacralis ízületet érintő elváltozásokat említjük. A lumbosacralis ízület több szempontból különbözik a gerincoszlop többi szegmensétől. Relatív nagymértékű mozgástartománya van, illetve itt találhatóak a gerincvelő caudalisabban kilépő idegei, amelyek a gerincvelő vége után továbbfutnak a gerinccsatornában (cauda equina). A gerincvelő terminális része az ún. conus medullaris, ez kutyákban általában a 6–7. ágyékcsigolya magasságában található. A cauda equinának nevezett idegfonat idegei a gerincvelő végétől caudalisan futnak a canalis vertebralisban, majd azt az eredésüktől caudalisabb foramen intervertebralen keresztül (L7-S1 magasságában) hagyják el.

Számos degeneratív elváltozás, gyulladós folyamat, trauma, daganat, illetve a lumbosacralis ízület instabilitása is okozhat neurológiai tüneteket és fájdalmat. Mivel ezek a folyamatok általában a cauda equinát érintik, így összefoglalóan leggyakrabban cauda equina szindrómának nevezzük. „Lumbosacralis betegség” fogalom alá tartozik ugyanígy a degeneratív lumbosacralis stenosis, lumbosacralis instabilitás, vagy a lumbosacralis malarticulatio-malformatio. A legtöbb esetben a cauda equinát érintő kompresszió, gyulladás, vagy ischaemia áll fenn (Thrall, 2018).

Gyakran láthatók ezen a szakaszon is degeneratív elváltozások, például a csigolyaközi porckorong degeneratív betegsége, instabilitás, illetve lumbosacralis stenosis. Stenosis okozhat a discus intervertebralis előesése (Hansen II discus hernia), osteoarthritis, vagy spondylosis deformans okozta proliferatív folyamatok (Thrall, 2018). Lágyszöveti proliferatio, epiduralis fibrosis, vagy vascularis okok szintén szóba jöhetnek (Sharp és Wheeler, 2005). Cauda equinát érintő klinikai tüneteket okoznak továbbá a lumbosacralis ízületet érintő törések, discospondylitis, ideghüvely daganatok és osteosarcomák (Thrall, 2018).

A lumbosacralis betegség főleg nagy- vagy óriástestű kutyákat érint. A klinikai tünetek általában a degeneratív elváltozások okozta mozgástartomány-csökkenés és a következményes cauda equina összenyomódás miatt alakulnak ki. Ez általában a keresztgyengeség egyre fokozódó jeleiben nyilvánul meg. Jellegzetes tünetek a hátgyéki nyomásérzékenység, sántaság, imbolygó járás, csapott far, vagy farokbénulás. Ezenkívül propriocepciós zavarok, izomgyengeség, és a hátsó végtagok izomatropiája jellemző. Egyes esetekben az elváltozás érinti az analis, vagy urethralis sphincter beidegzését, mivel ezek beidegzése az L7, S1-S3 és caudalis gerincvelői idegek részeként történik. Ezekben az esetekben inkontinencia és analis hyporeflexia alakulhat ki (Sharp és Wheeler, 2005).

A lumbosacralis terület képalkotó diagnosztikájához CT, vagy MR vizsgálatot alkalmazhatunk. MR vizsgálattal látható a gerincvelő és a cauda equina is. Egyes, csontos struktúrákat érintő elváltozások hagyományos röntgennel is felismerhetőek, például subluxatio, discospondylitis, canalis vertebralis szűkület, vagy csontos daganat. Lágyszöveti elváltozások azonban ezzel a módszerrel nem határozhatók meg, így discus prolapsus, vagy lágyszöveti daganatok esetén fals negatív eredményt kapunk. Epidurographia, myelographia és discographia lehet alternatív megoldás ilyen esetekben, de invazivitásuk miatt inkább CT, vagy MR vizsgálatot kell előnyben részesíteni (Thrall, 2018).

### **3.8 A gerincbetegségek diagnosztikája**

A gerincoszlopban kialakuló degeneratív elváltozásokkal összefüggésben ki kell térnünk a diagnosztikai lehetőségekre. Először a tulajdonos által észlelt klinikai tünetek miatt kerül sor vizsgálatra. Általában a léziótól caudalisan alakulnak ki az elváltozások, többek között ataxia, paresis, hypo- vagy hyperreflexia, vizeletürítési zavarok, illetve propriocepciós deficit látható. A diagnosztikai munka a kórelőzmény ismeretében az általános klinikai, majd részletes neurológiai vizsgálattal folytatódik. Ennek lényege az elváltozás lokalizációjának felderítése, illetve a súlyosság megítélése (grading).

Kiegészítő vizsgálatok közül egyértelműen a képalkotó diagnosztikai eszközök a legfontosabbak, elváltozás jellegétől függően röntgen, CT, és/vagy MR vizsgálatot szükséges végezni.

Differenciál diagnózis során különböző lehetőségek merülnek fel, ezek közül a degeneratív elváltozásokat részletesen ismertettük, a többit a teljesség igénye nélkül említjük.

Vascularis okok közül elsősorban a fibrocartilago embolia (FCE, fibrocartilaginous embolism) az ANNPE (acute nonprogressive nucleus pulposus extrusion) és ritkán epiduralis vérzés fordulhat elő. Gyulladásos folyamatok okozhatnak hasonló klinikai tüneteket, mint például meningitis, discospondylitis, vagy osteomyelitis. Trauma következtében kialakulhat fractura, luxatio, illetve traumás discus hernia. Fejlődési rendellenességek közül ide tartozik a cervicalis spondylomyelopathia, anomáliaként pedig megemlíthető az atlanto-axialis luxatio, a hemivertebrá és a Chiari malformatio. Ritkább esetben kerülnek primer vagy szekunder tumorok diagnosztizálásra (Csébi, 2011).

Gerincbetegségek diagnosztikájában kiemelkedő szerepe van a képalkotó módszereknek, amelyek közül dolgozatomban a CT, illetve a myelo-CT vizsgálatokkal foglalkozunk.

Napjainkban használható módszerek az MR, CT, myelo-CT, és myelographia. CT hiányában lumbosacralis gerincbetegségek diagnosztikájához epidurographia javasolt, valamint alternatív megoldásként szcintigraphia is alkalmazható (Feeney és mtsai, 1996).

### **3.9 Képalkotó módszerek**

#### **3.9.1 Myelographia**

Myelographiához kontrasztanyagot juttatunk a subarachnoidealis térbe, így a gerinccsatornán belül kialakuló kompressziós elváltozások kirajzolódnak. Abban az esetben szükséges myelographiát készíteni, ha az állat neurológiai vizsgálata alapján spinalis eredetű léziót gyanítunk, amely hagyományos röntgenképen nem látható. További indikációk lehetnek a hagyományos röntgenen látott lézió jelentőségének megállapítása, gerincvelő összenyomódás meglétének vizsgálata, illetve annak eldöntése, hogy az adott esetben szükség lesz-e műtéti beavatkozásra. Kontrasztanyagként nem ionos, vízdékony anyag javasolt (iohexol, Omnipaque) 180-350 mg/ml koncentrációban. A kontrasztot 0.2 – 0.3 ml/ttkg dózisban, testhőmérsékletűre melegítve javasolt injektálni. Myelographia alkalmazása előtt érdemes normál röntgenfelvételt is készíteni, mivel a myelogram egyes részleteket elfedhet, amelyeket hagyományos röntgenen láthatnánk. A vizsgálat általános anesztéziában történik, az elváltozás helyétől függően atlanto-occipitalis, vagy lumbalis (L5-6 közötti) punkcióval. Akut discus hernia esetén a megfelelő kontrasztanyag-eloszláshoz általában lumbalis punkció szükséges, a kontrasztanyag relatív nagy nyomással történő befecskendezésével (Arany-Tóth, 2017; Sharp és Wheeler, 2005).

### 3.9.2 *Computertomographia*

A gerincoszlop CT vizsgálata bizonyos esetekben nagyon hasznos lehet. Elsősorban mineralizálódott discus extrusio, vertebralis tumor, vagy cervicalis spondylomyelopathia esetén van szükségünk CT-re. A CT érzékenysége miatt jól használható osteolysis, osteoproliferatio és lágyszövet mineralizáció esetén is. A gerincoszlopról transzverzális (axialis) képek készülnek, amelyeket enyhe torzítással és csökkent térbeli felbontással sagittalis vagy coronalis síkba alakíthatunk át. A műtét tervezéséhez segítségül háromdimenziós képet is létre tudunk hozni (Sharp és Wheeler, 2005).

Szükség esetén a subarachnoidealis tér kirajzolása lehetséges kontrasztanyag használatával, ehhez alacsonyabb dózissra van szükség, mint hagyományos myelographia esetén (általában ¼ dózis). Myelographia után végzett myelo-CT vizsgálathoz az állat megfelelő pozicionálásával tudjuk elérni, hogy a kontrasztanyag a célterületre folyjon (Sharp és Wheeler, 2005).

A gerincoszlop vizsgálatához általában háti fektetést alkalmazunk. Myelo-CT lehet szükséges nem mineralizálódott discus extrusio felderítésére. A szeletvastagság általában 3 mm-es, 1 mm-es szeletvastagságot állíthatunk be azokon a területeken, ahol nagyobb térbeli felbontás szükséges. Műtéti indikáció esetén a műtét tervezéséhez szintén szükséges a hagyományos myelographia helyett CT vizsgálat elvégzése (Sharp és Wheeler, 2005).

A felvételt a kiértékeléshez először lágyszövetablak, majd csontablak beállítással nézzük. A különböző ablakolással az eltérő szövetek vizsgálatához jelöljük ki a szürkességi skálát. Egy-egy terület szöveti denzitását a Hounsfield - értékkel fejezzük ki (HU, Hounsfield unit), ez az érték általában -1000 (levegő) és +1000 (csont) között változik.

Vizsgálataink során a legtöbb esetben IVDD került megállapításra, CT vizsgálatok alapján. CT-felvételen a csigolya minden része jól látható. Az intervertebralis résre centrált transzverzális képeken egymásra vetülve jelenik meg az anulus fibrosus doralis felszíne, a ligamentum longitudinale dorsaleval és az AF ventralis oldala a ligamentum longitudinale ventraleval, lágyszövetre jellemző sugárgyengüléssel. Alkalmanként látható a ligamentum flavum is. A ligamentum interspinalis, intertransversalis és dorsalis nem különíthetők el a környező struktúráktól (Thrall, 2018). A gerincvelő a keresztmetszeti képen lágyszövethez hasonló, közepes sugárgyengülésű (attenuáció). Az epiduralis zsírszövet sugárgyengülése ennél alacsonyabb, legkifejezettebb az intervertebralis térben, így ezen a területen a megnövekedett attenuáció discus kiszakadást jelezhet. Epiduralisan, hyperattenuált



heterogén képletként gyakran jelenik meg a mineralizálódott discus anyag. A discus krónikus elváltozásai szintén extrém attenuáltsági fokkal jelennek meg (Sharp és Wheeler, 2005).

A gerinvelőt érintő folyamatok CT vizsgálatához gyakran a subarachnoidealis tér kontrasztanyaggal való feltöltése szükséges, mivel natív CT-felvételen a gerincvelő nem mindig látható egyértelműen. A felvételeken a thoracalis és lumbalis csigolyák elkülönítése a bordák és a processus transversusok jelenléte alapján lehetséges.

IVDD diagnosztizálására natív CT-vel elsősorban chondrodystrophiás kutyákban van lehetőség, ilyen esetekben ugyanis általában bizonyos szinten mineralizálódik a herniálódott discus (Hansen I-es discopathia). Chondrodystrophiás fajtáknál a CT vizsgálattal általában precízen meg lehet határozni a herniálódott discus anyag lokalizációját, lateralizációját és a gerincvelő összenyomódásának mértékét. Akut herniatio általában vagy nagymértékű összenyomódást és nagy mennyiségű, hyperattenuáló (kb. 200 HU) discus anyag, vagy kevésbé kompresszív, diffúz és kb 60 HU sugárgyengülésű anyag megjelenését okozza. Krónikus esetben a discus anyag attenuációja ennél jóval magasabb (kb 700 HU) a mineralizálódás miatt. Myelo-CT vizsgálatra van szükség minden olyan esetben, amikor a natív vizsgálat nem vezet egyértelmű eredményre. (Thrall, 2018).

Lumbosacralis elváltozások diagnosztizálásához és a normál lumbosacralis anatómia leírására jól működő, CT-vel megvalósítható módszer került leírásra humán gyógyászatban, állatorvosi viszonylatban azonban korlátozottak a lehetőségek arra, hogy CT-vel standard módon tudjunk elkülöníteni normál anatómiájú és stenoticus lumbosacralis szegmenst. A vizsgálat a canalis vertebralis paramétereire korlátozódik, összehasonlítva a klinikailag egészséges kutyákat a lumbosacralis stenosisal diagnosztizált állatokkal. Különböző méretű és testtömegű kutyák közti standardizáláshoz a mért értékeket az L6 csigolyatest átmérőjéhez lehet hasonlítani (Feeney és mtsai, 1996).

### **3.9.3 MR**

Az MR használatának kifejezetten nagy szerepe van gerincbetegségek diagnosztikájában, elsősorban lumbosacralis betegségben és gerincvelő léziók esetén (Sharp és Wheeler, 2005). Az MR a lágyszövetek esetében rendkívül részletgazdag megjelenítést tesz lehetővé, emellett a csontos és porcos struktúrákat is elfogadható minőségben tudjuk leképezni. Előnye, hogy minimális az artefaktok kialakulása, illetve a sugárterhelés mértéke elhanyagolható. CT-vizsgálathoz hasonlítva főleg a hosszabb altatási idő, illetve

magasabb költségek jelentenek problémát, illetve bármely fém implantátum zavaró műterméket okoz a képen.

A vizsgálathoz az állatot dorsalis fektetésbe helyezzük, ezzel minimalizálva a légzőmozgás okozta artefaktok kialakulását. A vizsgálat általában minimum fél órát tart. Sagittalis és parasagittalis metszetek készülnek először, utóbbi jelentősége, hogy a myelographiával esetleg nem látható dorso- vagy ventrolateralis gerincvelő-kompresszió így látható lesz. A szeletvastagság általában 2,5-3,5 mm közötti (Barr és Kirberger, 2006).

#### ***3.9.4 Epidurographia***

Epidurographiánál a kontrasztanyagot az epiduralis térbe juttatjuk. Főleg a lumbosacralis terület elváltozásainak felderítésére alkalmas, de a CT vagy MR vizsgálat a legtöbb esetben jobb választás (Sharp és Wheeler, 2005).

#### ***3.9.5 Szcintigraphia***

A csontszcintigraphia olyan izotópos vizsgálat, amellyel a csont metabolikus aktivitását, vérrellátását vizsgálhatjuk. A gyakorlatban használatára szükség lehet discospondylitis, vertebralis tumorok, osteoporotikus kompresszió, vagy fokozott csontátépülés esetében. Ilyenkor az érintett területeken izotóp-halmozást (ún. hot spot) látunk (Sharp és Wheeler, 2005).

### **3.10 A vacuum phenomen képalkotó diagnosztikája**

A vacuum phenomen kimutatása röntgennel, CT-vel, illetve MR-rel történhet. Porckorong-degenerációra utaló radiológiai jelek lehetnek elsősorban a beszűkült csigolyaközti tér, egy megkisebbedett foramen intervertebrale megnövekedett radiodenzitással, csigolyák között, vagy a gerinccsatornában megjelenő kalcifikálódott anyag, illetve gázdenzitású képletek megjelenése az intervertebralis térben. A vacuum phenomen megjelenését az irodalomban egy, a porckorong herniálódására utaló biztos jelként tartották számon (Lamb és mtsai, 2002), mivel főleg a degenerálódott, vagy herniálódott porckorong mellett, apró levegőbuborék formájában jelenik meg (Schwarz és mtsai, 2000). HU (Hounsfield unit) értéke általában -900 körül mozog, ami közel áll a levegőnek megfelelő értékhez (-1000). A röntgenfelvétel elkészítése során történő hyperextensio miatt megnövekedhet a vacuum phenomen kialakulásának esélye. Fontos megjegyezni, hogy egyes területeken a vacuum phenomen részlegesen, vagy akár teljesen reabszorbeálódhat tartósan fennálló húzóerő

hatására (Söffler és mtsai, 2014). Ízületi vacuum phenomen esetén ilyenkor a tartós nyújtás hatására folyadék szívódik be az ízületbe feltehetőleg a környező szövetek extracelluláris folyadékából. Ilyenkor 5-10 perc alatt a vacuum phenomen eltűnik. Törések kapcsán megjelenő intervertebrális vacuum phenomen MR-vizsgálata során szintén a vacuum phenomen 10-50 percig való perzisztálását figyelték meg, amelyet követően a gáz helyét folyadék töltötte ki (Weber és mtsai, 1995).

Mind a humán, mind az állatorvosi diagnosztikában a CT vizsgálatok elterjedésével a vacuum phenomen sokkal gyakrabban kerül diagnosztizálásra, mint régebben a röntgenvizsgálatok során.

### **3.11 Vacuum phenomen jelentősége a gerincbetegségek diagnosztikájában**

Mivel a vacuum phenomen megjelenése általában porckorong-degenerációt és gyakran következményes porckorong herniálódást jelent, így felmerül a lehetséges szerepük egyes gerincbetegségek diagnosztizálásában. Egy tanulmányban discus hernia gyanúja miatt CT-vel vizsgált állatokban figyelték vacuum phenomen előfordulását, az azt befolyásoló tényezőket illetve a klinikai tüneteket okozó elváltozás helyével való megegyezést (Müller és mtsai, 2013). Ebben a kutatásban chondrodystrophiás (CD), nem chondrodystrophiás (NCD) és ismeretlen besorolású állatokban vizsgálták az intervertebrális térben CT-vel leképezhető gáz jelenlétét és lokalizációját összevetették a műtét során fellelhető porckorongsérv helyével. Az eredmények alapján vacuum phenomen megjelenése az összes kutyában 19,8% volt, a csoportok közti elkülönítés alapján nem chondrodystrophiás fajtákban a vacuum phenomen gyakorisága szignifikánsan magasabb volt a többi csoporthoz képest (CD: 14,9%, NCD: 35,7%, ismeretlen: 24,5%). Az összesített eredmény alapján a vacuum phenomen lokalizációja az esetek 64%-ában egyezett a herniálódott porckoronggal. Az egyéb befolyásoló tényezők (kor, nem, fajta, testtömeg) közül egyedül az életkort találták meghatározónak.

Hasonló szempontok alapján végzett kutatásban (Söffler és mtsai, 2014) a vizsgálat állatok 6,8%-ban találtak intervertebrális vacuum phenoment, ebből 65,2%-ban egyezett a megjelenés helye a porckorongsérv lokalizációjával. A két vizsgálat eredménye közti relatív nagy eltérés oka az lehet, hogy az elsőként leírt eredmények vizsgált populációja csak a műtétilag kezelt betegekre terjedt ki.

A diagnosztikában való felhasználhatóság az előbbi tanulmányok alapján, az alacsony arányú megjelenés miatt viszonylag korlátozott, de segítség lehet a degenerálódott porckorong lokalizációjának meghatározásában. A ritka megjelenés mellett további problémát jelent, hogy a gerincoszlop hyperextensiojában megnövekedett arányban figyelhetjük meg vacuum phenomen megjelenést, amelyek viszonylag hamar reabsorbeálódhatnak. Emiatt felmerül a kérdés, hogy az adott „negatív” leletben a vacuum phenomen valóban ott sem volt, vagy a vizsgálat időpontjában már nem volt detektálható. Szintén problémát jelenthet az olyan vacuum phenomen detektálása, amely nem degeneratív elváltozás miatt keletkezett, hanem a CT vizsgálat során végzett mozgás miatt. Ilyenkor a fektetéshez alkalmazott nyújtás negatív nyomást hoz létre a gerincoszlop csigolyái között, ami lehetővé teszi, hogy gáz áramoljon be az extracellularis térből (Weber és mtsai, 1995).

#### 4. Anyag és módszer

A vizsgálatokhoz az Állatorvostudományi Egyetemen 2016. március és 2018. szeptember között gerincbetegségre utaló klinikai tünetek miatt CT-vizsgálaton átesett kutyák leleteit használtuk fel. A tanulmányba azokat az eseteket válogattuk be, ahol rendelkezésre álltak az adatok a beteg kórelőzményéről, az elvégzett vizsgálatokról és a diagnózisról. Kritérium volt a gerincoszlopról készített CT-vizsgálat minimum az első thoracalis csigolyától az első sacralis csigolyáig. A postoperatív kontroll CT-leleteket nem vettük figyelembe.

Rögzítettük az állatok életkorát, nemét, tömegét, a CT-vizsgálat előtt mutatott klinikai tünetek minőségét és súlyosságát, utóbbit a Frankel-féle besorolás alapján (1. táblázat) (Sharp és Wheeler, 2005). A képalkotó vizsgálat alapján megállapított diagnózist megpróbáltuk minden rendelkezésre álló esetben műtétilag igazolni. Amennyiben műtetre nem került sor, úgy az adott esetben nem volt lehetőség a diagnózis megerősítésére.

A CT vizsgálatok kiértékelését vacuum phenomen jelenlétére, vagy annak hiányára való tekintettel végeztük, megfigyelve a klinikai tüneteket okozó elváltozás lokalizációját és jellegét.

Fokozat	Neurológiai státusz
„0”	Nem ambuláns para- vagy tetraplegia, felületes és mély fájdalomérzet-kiesés
„1”/Frankel A	Nem ambuláns para- vagy tetraplegia, kiesett felületes fájdalomérzet, mély fájdalomérzet megtartott.
„2”/Frankel B	Nem ambuláns para-vagy tetraplegia, felületes és mély fájdalomérzet is megtartott
„3”/Frankel C	Nem ambuláns paraparesis
„4”/Frankel D	Ambuláns paraparesis
„5”/Frankel E	Segmentalis hyperaesthesia

1. táblázat: Módosított Frankel-féle skála

## 4.1 CT-vizsgálatok

A vizsgálatokhoz egy *GE Highspeed CT-e* (GE Healthcare, Chicago, USA) egyszeeles spirál CT-t használtunk. A gerincszakasról általában 3 mm-es szeletek készültek 3 mm -es lépésekkel, axialis módban. A szeletvastagság az állat méretétől függően is változott, általában nagytestű kutyáknál 3 mm-es, kistestűeknél 2 mm-es szeletvastagság került beállításra. Egyes esetekben az elváltozást mutató régióról nagyobb térbeli felbontású (1 mm-es) sorozat is rendelkezésre állt.

Az expozíciós paraméterek 60-100 mA (cső árama) és 100-120 kV (cső feszültség) között váltakoztak a vizsgált terület átmérőjétől függően. Az ablakbeállítás jellemzően 35-40-es WL (centrum, szöveti tartomány) és 300-400-as WW (szélesség, kép kontraszt) volt. A megjelenítéshez standard és csont algoritmust vettünk igénybe. A képek elemzéséhez a *RadiAnt* (Medixant, Poland) képnézegető szoftvert használtuk.

## 4.2 Felvételek kiértékelése

A CT-felvételek kiértékelése eredetileg minden esetben radiológus által történt. Vizsgálataimban minden, a feltételeknek megfelelő eset CT-felvételeit megnéztem, összevetve a kórlapon rögzített adatokkal és a kiállított diagnózissal. A továbbiakban kiválogattam azokat az eseteket, ahol vacuum phenomen volt látható a felvételen.

Ezekben figyelembe vettem, hogy az elváltozás melyik gerincszakaszon következett be, és hogy a natív CT alapján kiállítható volt-e a diagnózis. Külön szempont volt a myelo-CT leletek értékelése, illetve azok aránya az összes elkészített CT-hez képest.

Vacuum phenomen megjelenése esetén a legfontosabb szempont azok lokalizációja volt tekintettel arra, hogy megegyezik-e a klinikai tüneteket okozó elváltozás lokalizációjával. Műteti indikációt jelentő elváltozások esetén szintén a műtét helyével való korrelációt vettük figyelembe. Azokban az esetekben, ahol myelo-CT vizsgálatra került sor, elsősorban az merült fel kérdésként, hogy mutathat-e a vacuum phenomen egy natív felvételen nem látható elváltozást, amely indikáció lehet myelo-CT elvégzésére, illetve lehet-e diagnosztikai értéket tulajdonítani a vacuum phenomen megjelenésének.

A lokalizáción kívül minden feldolgozott esetről megjelenő vacuum phenomen esetében mértük a Hounsfield-egységet, amely az egyes szövetek és szervek vízhez viszonyított sugárelnyelését jellemzi. A vizsgálat során kijelölt területen a készülék méri meg az adott részlet Hounsfield-értékét. A HU a denzitást fejezi ki, azaz a szövetek „tömorségét”. A skálán a két végpontot a vákuum denzitás (-1000 HU), illetve a teljes sugárelnyelés (+3000

HU) jelenti. A zsír denzitás általában -120 és -20 közötti, lágyszöveti denzitás +70 és +100 közötti HU-nak felel meg. A második táblázat egyes szövetek Hounsfield-értékét mutatja (Thrall, 2018).

Szövet/anyag	Hounsfield egység
csont	+200 - +3000
vér	+70 - +90
máj	+45 - +75
izom	+35 - +200
lép	+35 - +55
hasnyálmirigy	+25 - +55
vese	+30 - +40
szív	+20 - +40
víz	0
zsír	-20 - (-200)
tüdő	-500 - (-800)
levegő	-200 - (-1000)

2. táblázat: Hounsfield skála

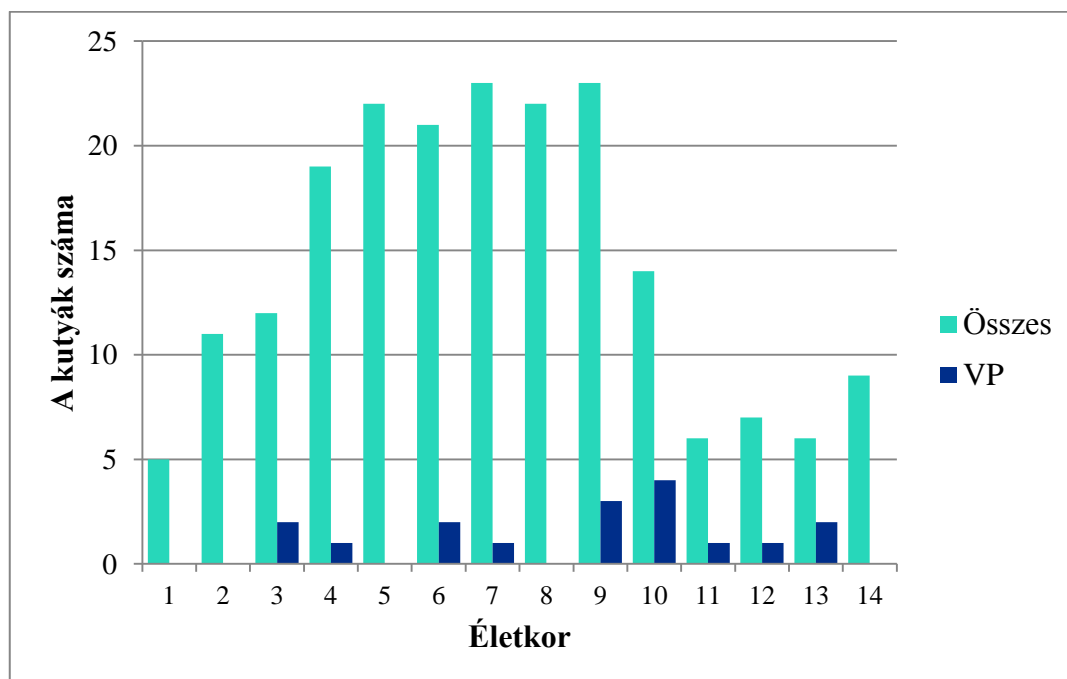
## 5. Eredmények

### 5.1 Klinikai alapadatok

A dolgozathoz 200 kutyáról készült CT-felvétel teljesítette a kritériumokat. Az összes megvizsgált egyed között 84 szuka és 116 kan szerepelt, átlagos testtömegük  $14,9 \pm 10,9$  (1,1-55,0) kg volt. A 200 CT-felvétel vizsgálatakor összesen 17 esetben (8,5%) találtunk vacuum phenoment. A vacuum phenoment tartalmazó egyedek között 8 szuka és 9 kan volt, átlagos testtömegük  $22,1 \pm 15,4$  (6,0-55,0) kg volt.

Az állatok életkori megoszlását az összes, illetve a vacuum phenoment (VP) tartalmazó egyedek különválasztásával az 1. ábra mutatja.

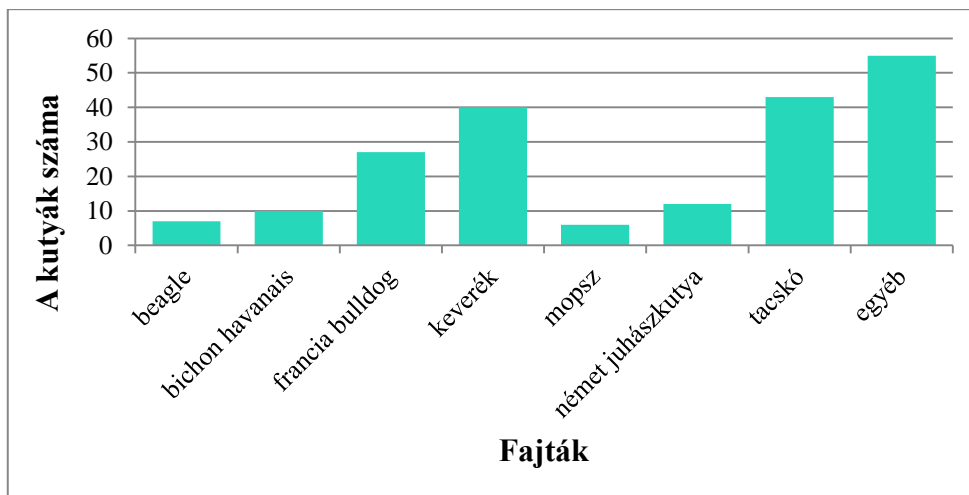
1. ábra: A vizsgált egyedek életkori megoszlása





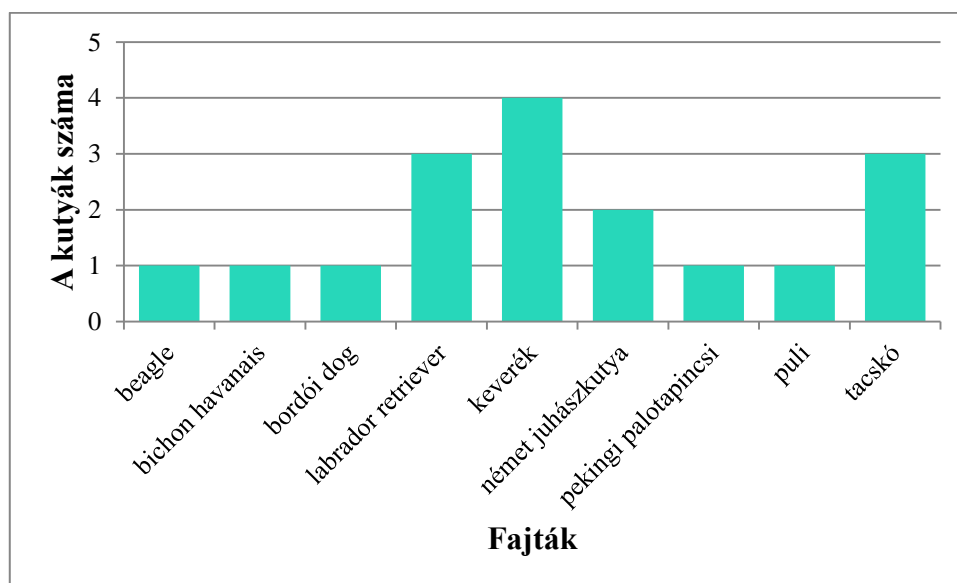
Az összes vizsgált állat fajtamegoszlását a második ábra mutatja. A hét leggyakrabban szereplő fajtát külön feltüntettem, a ritkábban szereplő fajtákat „egyéb” csoportba vontam össze. Az „egyéb” kategóriában gyakoribb fajták voltak a csivava (n=4), a máltai selyemkutya (n=4), a labrador (n=3) és a spániel (n=5).

2. ábra: A vizsgált egyedek fajtamegoszlása



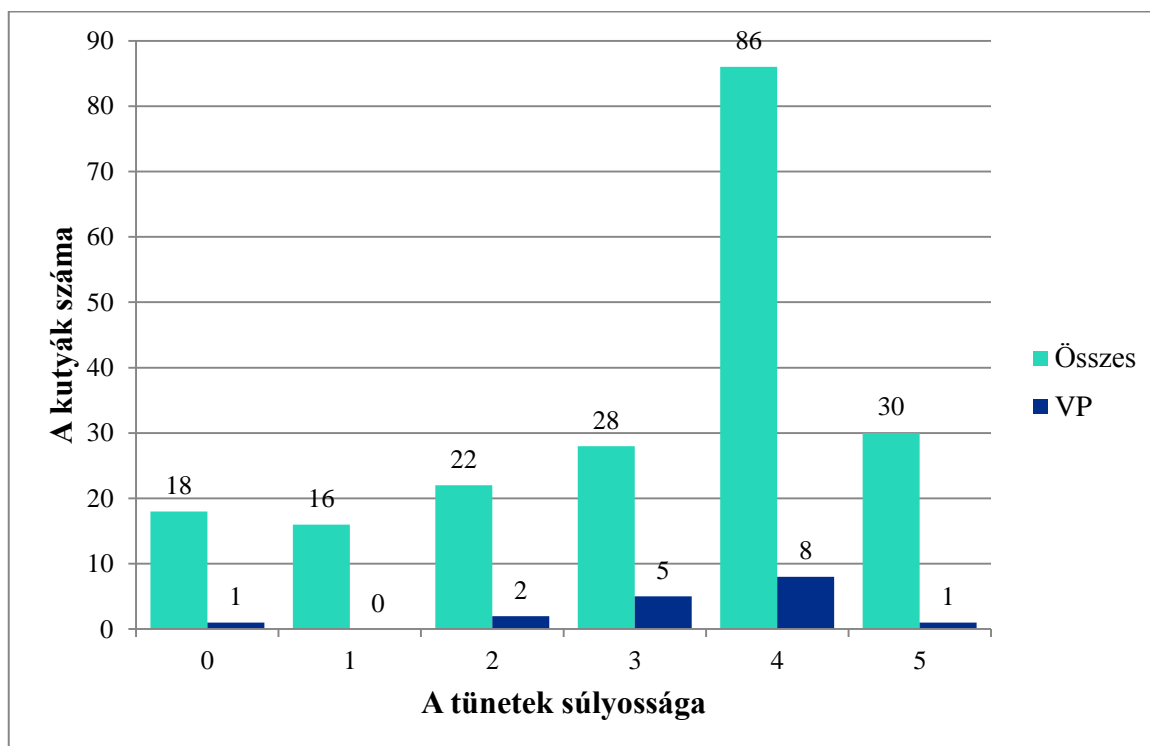
A 17 vacuum phenoment tartalmazó eset egyedeinek fajtamegoszlását a 3. ábra mutatja. Az ezek között szereplő, de az összes egyed vizsgálata alapján a leggyakoribb fajták közé nem tartozó bordói dog (n=1) az összes egyed között egyszer, a labrador retriever (n=3) háromszor, a pekingi palotapincsi (n=1) kétszer, a puli (n=1) szintén kétszer szerepelt.

3. ábra: A vacuum phenoment tartalmazó esetek egyedeinek fajtamegoszlása



A részletes neurológiai vizsgálat alapján megállapított neurológiai tünetek súlyossága az összes, illetve a vacuum phenoment tartalmazó esetek bemutatásával az alábbi ábrán látható.

4. ábra: A neurológiai tünetek súlyossága a módosított Frankel-féle besorolás alapján



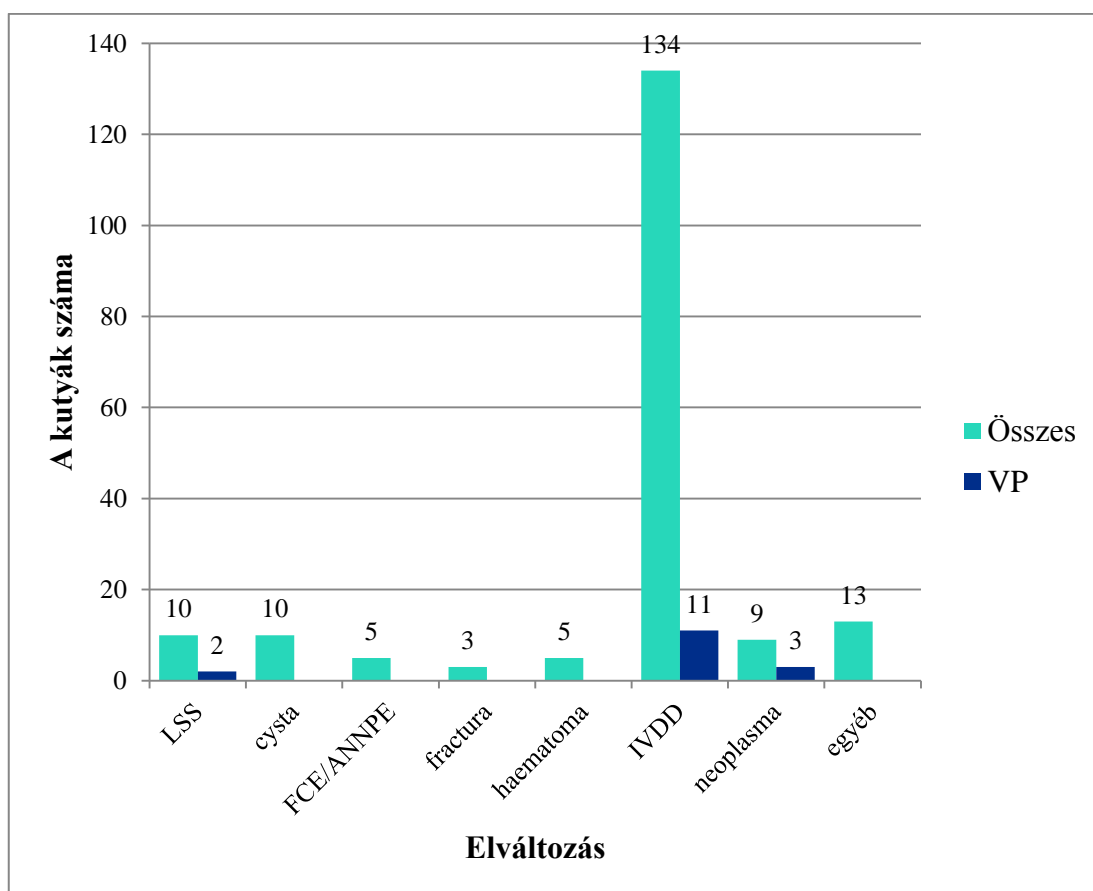
## 5.2 A CT-vizsgálat eredményei

A 200 megvizsgált eset közül összesen 79 alkalommal (39.5%) készült a natív sorozatok mellett myelo-CT vizsgálat is.

Az 5. ábra a CT-vizsgálat alapján megállapított diagnózist mutatja. Az ábrán nem szerepelnek azok az esetek, ahol a CT-vizsgálat alapján nem volt megállapítható kóros elváltozás. Az összes vizsgálat közül erre összesen 11 esetben került sor, ezek közül egy esetben találtam vacuum phenoment.

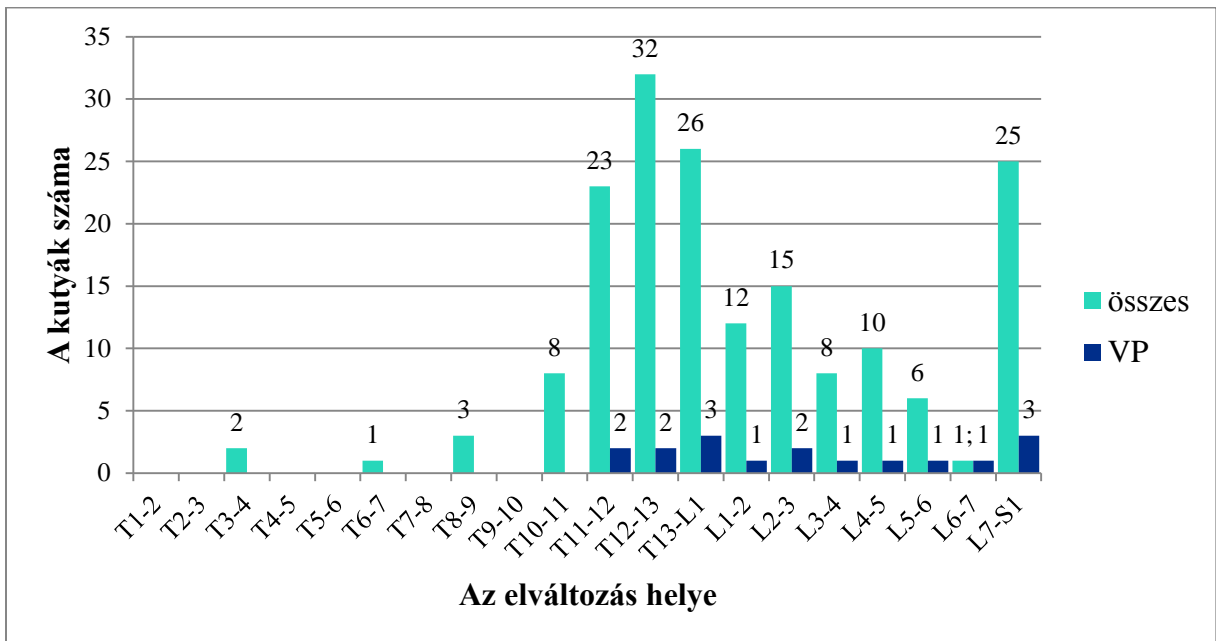
„Egyéb” kategórián belül előfordult commotio/contusio (n=2), DISH (diffuse idiopathic skeletal hyperostosis, n=2), hemivertebrá (n=2), osteolyticus folyamat (n=3), spondylosis (n=2) és subluxatio (n=2).

5. ábra: CT-vizsgálat alapján megállapított diagnózis



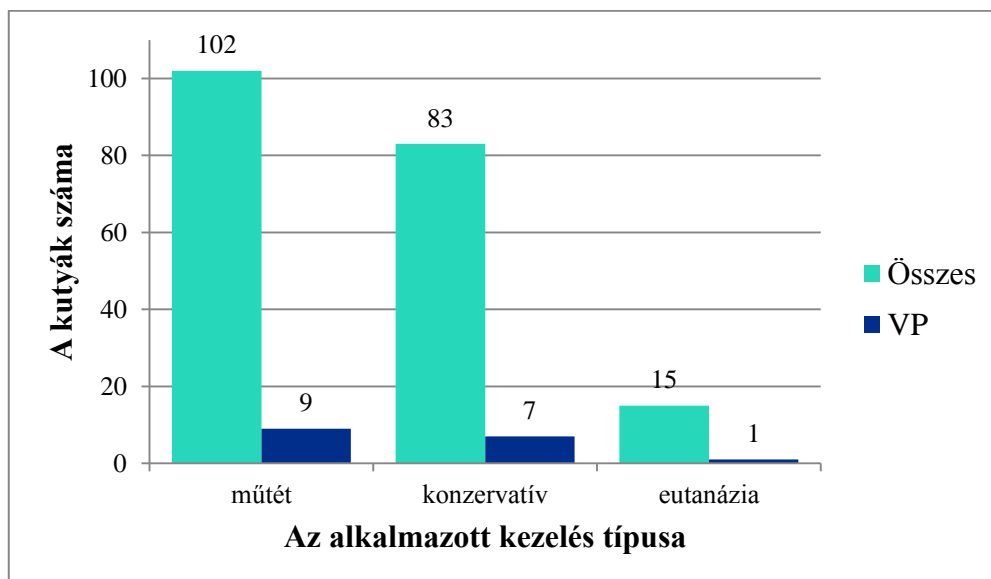
Az összes vizsgált egyed esetében az érintett szegmenst, a vacuum phenoment tartalmazó esetek egyedeinél pedig a vacuum phenomen lokalizációját a 6. ábra mutatja. Az összes egyedről készült kimutatásban a klinikai tüneteket okozó elváltozás lokalizációját vettük figyelembe. Amennyiben két akut herniáció esete állt fenn, úgy azt külön-külön feltüntettük, erre öt esetben került sor. Nem vettük figyelembe az olyan polydiscopathiákat (n=7), ahol a kisméretű protrusiók nem indokolták a klinikai tünetek kialakulását. Az ábrán szintén nem szerepelnek azok az esetek, ahol kompressziós elváltozás nem volt igazolható (n=26).

6. ábra: A vacuum phenomen és az elváltozások lokalizációjának megoszlása (T-thoracalis, L-lumbalis, S-sacralis csigolya)



A diagnózis felállítását követően alkalmazott kezelés típusai a 7. ábrán látható megoszlást mutatták.

7. ábra: A kezelés típusainak megoszlása



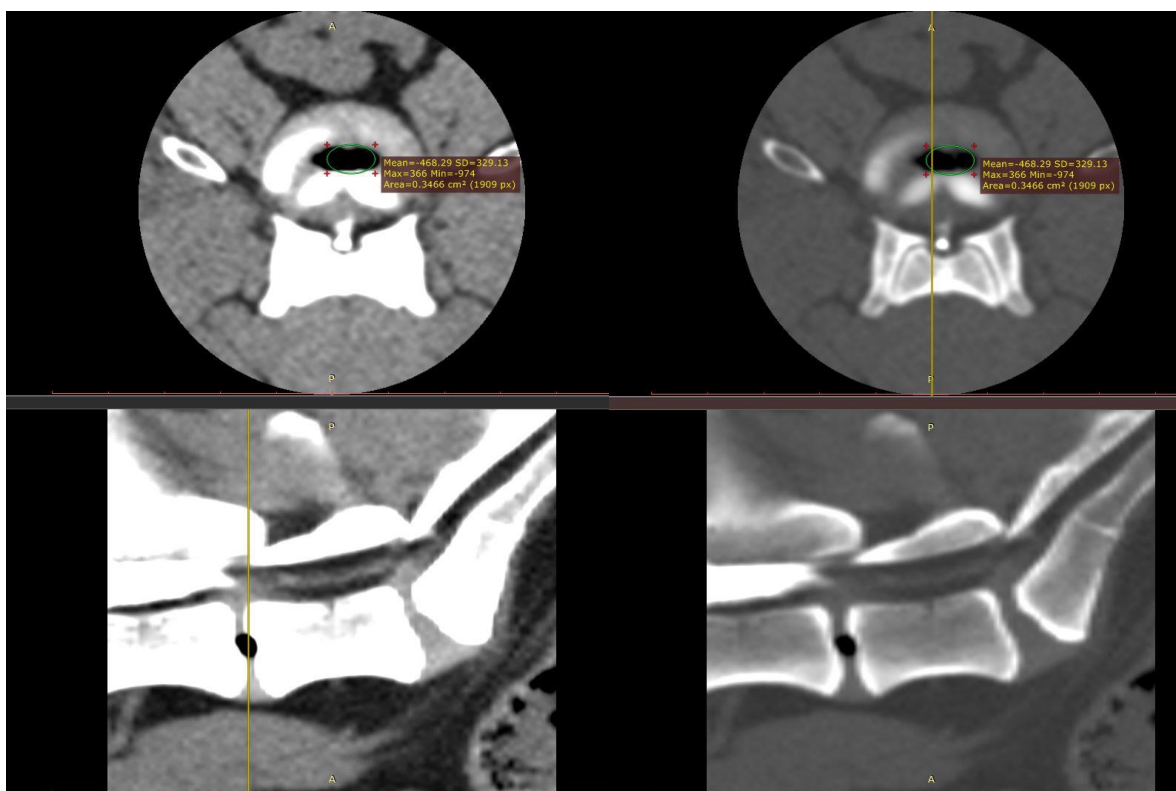
### 5.3 A vacuum phenoment tartalmazó esetek

Vacuum phenoment összesen 17 esetben (9 kan, 8 szuka) találtunk. Az adott egyedek klinikai alapadatait, a diagnózist és az elváltozás helyét a korábbi ábrák mutatják. A felvételeket lágyrész- és csontablakkal vizsgáltuk.

A HU - érték mérésekor az adott, vacuum phenomen körül kijelölt területen mért értékek közül a minimum értéket vettük figyelembe, mivel a levegő denzitása -200 és -1000 közötti, általában az alsó határhoz közelebbi értékeknek felel meg.

A vacuum phenomen HU - értéke átlagosan  $-489,8 \pm 320,3$  [-974-(-100)] volt. A magasabb értékek feltételezhetően a nagyobb szeletvastagság miatt összeadódó rétegek eltérő denzitása miatt alakultak ki.

8. ábra: Vacuum phenomen megjelenítése csont- és lágyrészablakkal, illetve a HU-érték



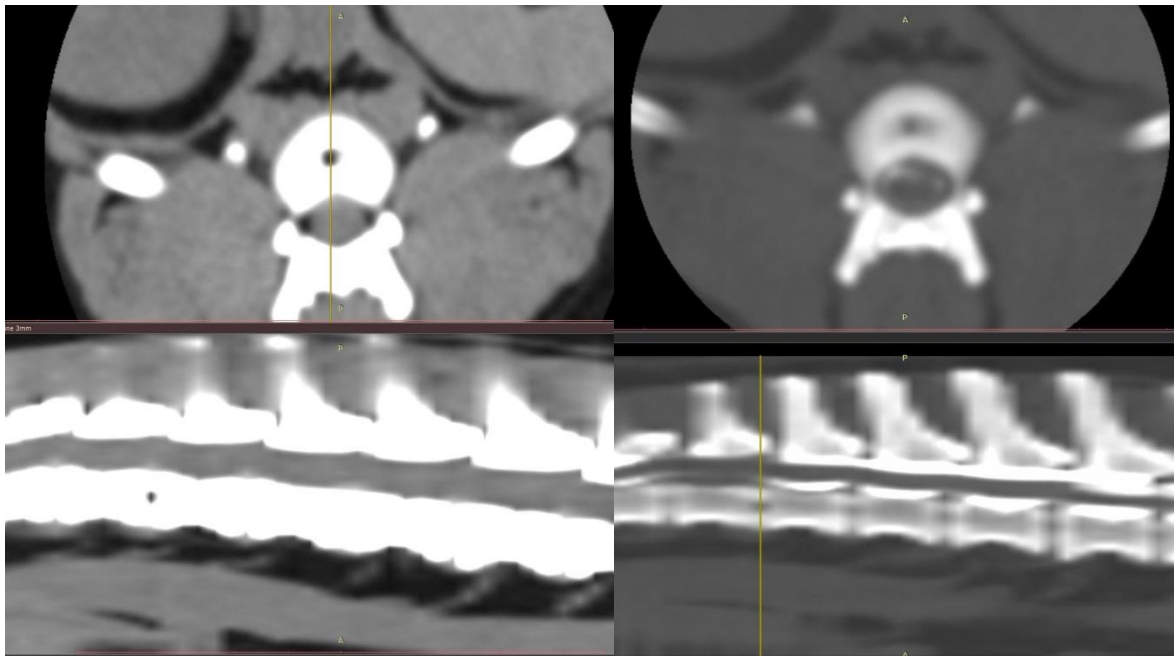
(Forrás: ÁTE, Sebészeti és Szemészeti Klinika, Radiológiai Osztály képtárhívuma)

A 17 esetből kilenc alkalommal követte műtét a diagnózist. A műtéti beavatkozás helye minden alkalommal megegyezett a CT-felvételen látható vacuum phenomen, illetve kompressziós elváltozás lokalizációjával. A kilenc esetből nyolc alkalommal IVDD-t, egy alkalommal neoplasmát diagnosztizáltak CT-felvétel alapján. A műtéti beavatkozás

alkalmával discus hernia (n=7), tumor (n=1) és haematoma (n=1) kompressziós hatása került megállapításra.

Myelo-CT vizsgálatra összesen nyolc esetben került sor, kettő alkalommal ezt nem előzte meg natív felvétel. A maradék hat esetből ötször egyezett a natívan látható vacuum phenomen lokalizációja a myelo-CT felvétellel igazolt kompressziós elváltozással, ebből két alkalommal volt látható myelo-CT-n is a vacuum phenomen. Csak egy alkalommal fordult elő, hogy a vacuum phenomen nem a jelentős kompressziót okozó elváltozás mellett jelent meg, hanem egy feltehetően korábbi, enyhe discus protrusio mellett.

*9. ábra: Natív és mCT felvételen látható vacuum phenomen, a kettő lokalizációja megegyezik*



*(Forrás: ÁTE, Sebészeti és Szemészeti Klinika, Radiológiai Osztály képtárhívuma)*

## 6. Megbeszélés

Retrospektív vizsgálatunkban az intervertebrális vacuum phenomen megjelenésének gyakoriságát vizsgáltuk gerincbeteg kutyákban. A CT-leletek értékelése alapján a feldolgozott esetek (n=200) 8,5%-ában találtunk vacuum phenoment. Müller (2013) tanulmányában ez az arány 19,8% -nak, Söffler (2014) vizsgálataiban pedig 6,8% -nak bizonyult. Müller csak azokat az eseteket vette figyelembe, ahol műtéti ellátás követte a diagnózist, míg Söffler a mi vizsgálatunkhoz hasonlóan minden, gerincbetegség miatt CT-vel vizsgált esetet megfigyelt. Az általunk vizsgált 200 esetből összesen 51% -ban (n=102) került sor műtéti ellátásra.

Az irodalmi adatok alapján az életkor jelentősen befolyásolja az intervertebrális vacuum phenomen előfordulási esélyét, minden egyes életévvel 15%-al növekszik a kialakulás valószínűsége (Müller és mtsai, 2013). Vizsgálataink alapján a vacuum phenomennal érintett kutyák életkora 3,2 és 13 év között változott, tehát fiatal állatok is érintettek voltak. Az átlagéletkor  $8,6 \pm 3,1$  év volt, ez a szám Söffler (2014) vizsgálataiban a szakállatorvos értékelésének eredményeit figyelembe véve  $7,3 \pm 3,1$  év volt. Az életkor növekedésével a csigolyák és porckorong degenerációjának az esélye nő, így gyakrabban fordul elő a következményes porckorongsérv és intervertebrális vacuum phenomen kialakulása.

Az érintett fajták vizsgálata során nem választottuk szét a chondrodystrophiás és nem chondrodystrophiás csoportokat, hanem az egyes fajták érintettségét külön-külön vizsgáltuk. A discus intervertebrális degenerációját általában a nucleus pulposus progresszív vízvesztése jellemzi. E folyamat következményeként a discusban repedések alakulhatnak ki, amely a negatív nyomás miatt a környező szövetekből való gáz beáramlást teszi lehetővé (Müller és mtsai, 2013). Chondrodystrophiás fajtáknál jellemzően a discus intervertebrális degenerációja okozza a következményes discus herniát, emiatt azt várnánk, hogy elsősorban ezekben a fajtákban jelenjen meg intervertebrális vacuum phenomen. Vizsgálatainkban gerincbetegséggel a legnagyobb arányban érintett fajta a tacskó volt (n=43; 21,5%) ezt követte a keverékek csoportja (n=40; 20%) majd a francia bulldog (n=27, 13,5%).

Intervertebrális vacuum phenomen leggyakrabban keverékekben jelent meg (40 esetből n=4 alkalommal, 10%). Három esetben találtunk vacuum phenoment labrador retrieverben, ez az összes egyed között szereplő labrador retriever 100%-ának felelt meg. Szintén három alkalommal volt vacuum phenomen tacskókban (43 esetből; 6,9%).

Müller (2013) tanulmányában a nem chondrodystrophiás fajták jóval érintettebbek voltak (35,7% NCD kutyákban és 14,9% CD kutyákban). Suwankong (2008) vizsgálatában a lumbosacralis discus vizsgálata során kapott 36,5%-os arányú IVP megjelenés során az esetek többségében szintén Hansen II -es típusú degeneráció volt jelen. Az ezzel járó fibroid metaplasia tehát feltételezhetően prediszponál az intervertebralis vacuum phenomen megjelenésére (Müller és mtsai, 2013).

Vizsgálatainkban elsősorban nagytestű kutyákban (labrador retriever, német juhászkutya, bordói dog, nagytestű keverék) találtunk vacuum phenoment, ezt mutatja az átlagos testtömeg ( $22,1 \pm 15,4$  kg) is. A relatív nagy arányban vizsgált francia bulldogok közül ( $n=27$ ; 13,5%) a mi vizsgálatainkban egy esetben sem talákoztunk vacuum phenomennal. Kistestű kutyák közül tacsokban ( $n=3$ ), bichon havanaisben ( $n=1$ ) és pekingi palotapincsiben ( $n=1$ ) találtunk vacuum phenoment.

Az kompressziós elváltozás lokalizációja leggyakrabban a T12-13 ( $n=32$ ), a T13-L1 ( $n=26$ ) és az L7-S1 ( $n=25$ ) szegmensekre volt jellemző. Ezekben az intervertebralis discusokban nagyobb arányban alakulnak ki degeneratív elváltozások, mivel a thoracolumbalis átmenet nagymértékű dinamikus mozgásának vannak kitéve. Vizsgálatainkban ezekben az esetekben vacuum phenoment főleg discus herniával összefüggésben fedeztünk fel, ezenkívül egy esetben haematoma, egy esetben neoplasma került megállapításra. A vacuum phenoment a thoracalis szakaszon a T13-L1 ( $n=3$ ), a T12-13 ( $n=2$ ) és a T11-12 ( $n=2$ ) szegmenseknél találtunk.

A lumbalis és lumbosacralis szegmensben összesen 10 esetben jelent meg vacuum phenomen, háromszor a lumbosacralis átmenetben, két esetben a lumbalis 2-es és 3-as csigolya közt, illetve az összes többi lumbalis csigolyaközben egy-egy esetben. A lumbosacralis terület főleg tranziens vertebra, stenosis, lumbosacralis instabilitás, vagy csípő dysplasia miatt került vizsgálatra. Ezek mind hajlamosítanak a lumbosacralis discus degenerációjára, illetve az ún. Cauda Equina Compression (CEC) tünetegyüttes kialakulására.

Vacuum phenomen megjelenése jelezhet porckorong-degenerációt, porckorong kiszakadást, Schmorl-csomót, osteonekrosit, vagy osteomyelitist (Söffler és mtsai, 2014). Az utóbbi három a mi vizsgálataink során nem került elő. A vizsgált állatoknak csak 8,5 százalékában jelent meg vacuum phenomen, azonban az összes egyed vizsgálata során diagnosztizált porckorong-degeneráció, vagy discus hernia ( $n=134$ ) 91,8%-ában ( $n=123$ )



nem jelent meg vacuum phenomen. Mivel a tanulmányban nem vettük figyelembe a vacuum phenomen húzóerőre bekövetkező reabsorpcióját, így biztosan nem jelenthetjük ki, hogy a negatív esetekben vacuum phenomen valóban nem volt az elváltozás helyén.

A képalkotó módszerrel megállapított diagnózist minden esetben a műtéti beavatkozás alapján leírt diagnózissal próbáltuk igazolni. A 17 esetből, ahol vacuum phenoment találtunk összesen 9 alkalommal (52,9%) követte a diagnózist műtéti beavatkozás. Az összes alkalommal egyezett a műtéti beavatkozás helye a vacuum phenomen megjelenésével. Söffler (2014) vizsgálataiban a radiológus értékelése alapján az esetek 63,9%-ában került sor műtétre, amely során 65,2%-ban egyezett a vacuum phenomen helye a műtéti beavatkozás lokalizációjával. A műtéti indikációt a klinikai tünetek illetve a CT-vizsgálat alapján döntötték el. Azokban az esetekben, ahol vacuum phenoment találtunk, de műtét nem követte a vizsgálatot, egy esetben eutanázia mellett döntött a tulajdonos, hét esetben pedig konzervatív kezelést kezdtek el.

Öt esetben fordult elő, hogy a natív CT-felvételen nem volt igazolható kompresszív elváltozás, de a natívan látható vacuum phenomen lokalizációja egyezett az ezt követő myelo-CT vizsgálaton a kompressziós elváltozás helyével. A vacuum phenomen szerepe myelo-CT elvégzésére való indikációban az alacsony számú myelo-CT vizsgálat miatt (n=8) kétes, ennek biztos megállapítására nagyobb számú, vacuum phenoment tartalmazó eset myelo-CT vizsgálata lenne szükséges.

A vizsgálatok alapján megállapíthatjuk, hogy a vacuum phenomen relatív ritka, de a diagnosztikában jól hasznosítható jelenség. Jelenléte segíthet a degenerált intervertebrális discus felderítésében. A 8,5 százalékos, nem túl magas előfordulási arány miatt azonban a diagnosztikában való használhatósága megkérdőjelezhető. Amennyiben azonban jelen van, úgy a vizsgálatunkban kapott 100 %-os, klinikai tüneteket okozó, és ezt műtétileg is igazolt lokalizációval megegyező előfordulás jelentősnek tekinthető, és CT-diagnosztikában jól alkalmazható.

## 7. Összefoglalás

Az intervertebralis vacuum phenomen egy olyan jelenség, amely leggyakrabban porckorong-degenerációval, vagy porckorongsérvvvel összefüggésben jelenik meg, az intervertebralis résben felhalmozódó gáz formájában. Diagnosztizálása röntgen, CT, vagy MR segítségével történhet, és egyes herniatiók, illetve porckorong-degenerációk felderítésében a diagnózis segítségére lehet.

Retrospektív vizsgálatunkban az első thoracalis csigolyától az első sacralis csigolyáig kiterjedően, CT felvételeken kerestük a vacuum phenomen gyakoriságát. A rendelkezésre álló adatok alapján műtétileg igazolható esetekben arra voltunk kíváncsiak, hogy milyen arányban egyezik a vacuum phenomen lokalizációja a műtéti beavatkozás helyével. A célunk ezzel annak meghatározása volt, hogy alkalmazhatjuk-e diagnosztikai segítségként a vacuum phenomen megjelenését. Azokban az esetekben, ahol műtét nem követte a vizsgálatot, ott erre a kérdésre nem adható válasz.

A vizsgálatainkhoz 200 CT-felvételt tanulmányoztunk. Az adatvizsgálat kiterjedt az állatok általános klinikai adataira, az elváltozás típusára és lokalizációjára, a diagnózist követő kezelésre, illetve a myelo-CT vizsgálatok gyakoriságára.

A vizsgálatok alapján vacuum phenomen megjelenésének gyakorisága 8,5 % (n=17) volt, ezt összesen 52,9%-ban követte műtéti beavatkozás (n=9), amelyből 100 %-ban (n=9) a műtéti beavatkozás helye megfelelt a vacuum phenomen lokalizációjának. A nemek aránya 1:1,125 volt szuka és kan kutyák között. Az átlag életkor a vacuum phenoment tartalmazó esetekben  $8,6 \pm 3,1$  év volt. A degeneratív elváltozások a T12-13, a vacuum phenomen a T13-L1 és az L7-S1 szegmensben jelent meg leggyakrabban.

Az eredményeink alapján kijelenthetjük, hogy a vacuum phenomen megjelenése segítségünkre lehet a diagnosztikában, mivel a műtéti indikációt jelentő elváltozások szignifikáns százalékában a lokalizációja a beavatkozás helyének megfelelt. Problémát jelenthet azonban, hogy az eseteknek csak 8,5 százalékában [korábbi irodalmi adatok szerint 19.8% (Müller és mtsai, 2013) és 6.8% (Söffler és mtsai, 2014)] fordul elő vacuum phenomen. A vizsgálatok során felderített vacuum phenomen porckorong-degenerációra, vagy porckorongsérvre utalhat, de nem értékelhetjük egyértelmű diagnosztikai jelként. A műtéti beavatkozás lokalizációját a klinikai tünetek, valamint a CT- lelet alapján kell meghatározni azokban az esetekben is, amikor vacuum phenomen jelenik meg.

## **8. Angol nyelvű összefoglalás (Summary)**

### **Diagnostic assesment of the vacuum phenomenon in dogs with spinal cord lesion.**

The intervertebral vacuum phenomenon is an effect that is apparent in correlation with intervertebral disc degeneration or herniation, as gas accumulation in the intervertebral space.

Visualization of it can be done by X-ray, CT or MRI, and may help in diagnosing certain intervertebral disc degenerations.

In our retrospective study CT scans were performed from the first thoracal vertebra to the first sacral vertebra, on which we were looking for the vacuum phenomenon. In those cases where the disc disease was justified during operation, we examined the data if the vacuum phenomenon's location correlates to the location of the lesion. The aim was to determine if the presence of the vacuum phenomenon can be used as a diagnostic tool for intervertebral disc disease. In those cases where operation was not performed, this hypothesis cannot be evaluated.

In our study we examined 200 CT scans. The data collection covers the animals' general clinical data, the type and location of the lesion, the treatment after the diagnosis and the frequency of myelo-CT examinations. Based on the examinations the incidence of vacuum phenomenon was 8.5% (n=17), which was followed with operation in 52.9% (n=9) of the cases and the localisation of the lesion and the vacuum phenomenon were matching in 100% (n=9) of the cases. The ratio between the sexes was 1:1.125 and the mean age was  $8.6 \pm 3.1$  where vacuum phenomenon was present. The most frequent localisation was Th12-13 of degenerative changes, Th13-L1 and L7-S1 of vacuum phenomenon.

By virtue of our results we are allowed to say that the presence of the vacuum phenomenon can help in the diagnostics because in those cases where operation was required, in a significant per cent, the spot of the vacuum phenomenon was matching with the lesion's place. That might be problematic that the incidence of the vacuum phenomenon is only 8.5% of the cases. Former literary data had shown 19.8% (Müller et al., 2013) and 6.8% (Söffler et al, 2014).

The vacuum phenomenon could refer to intervertebral disc degeneration or herniation, but cannot be assessed as an obvious diagnostic sign. The sight of the operation must be determined by clinical examination and CT scan, even if vacuum phenomen is visible.

## 9. Irodalom

Arany-Tóth A., 2017: Myelographia A-tól Z-ig I. Technika és normál megjelenés. *Kamarai Állatorvos*, 12:1, 16-17

ÁTE, Sebészeti és Szemészeti Klinika, Radiológia Osztály képtárhívum

Bergknut N., Smolders L.A., Grinwis G.C., Hagman R.E., Lagerstedt A., Hazewinkel H.A., Tryfonidou M.A., Meij B.P., 2013: Intervertebral disc degeneration in the dog. Part 1: Anatomy and physiology of the intervertebral disc and characteristics of intervertebral disc degeneration. *Veterinary journal*, 195:3, 282-91.

Bree H.J., 1992: Vacuum phenomenon associated with osteochondrosis of the scapulohumeral joint in dogs: 100 cases (1985-1991). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 201:12, 1916-7.

Cornelis I., Monticelli P., De Decker S., 2016: Postoperative symptomatic haematoma and pneumorrhachis in a dog with a thoracolumbar intervertebral disc extrusion. *Australian Veterinary Journal*, 94:12, 467-469.

Csébi P., 2011: Kisállatok gyakori gerincbetegségei. [WWW Document]. URL <http://www.kisallatsebeszet.hu/media/file/gerincbetegsegek-magy.pdf>

Dennison S., Drees R., Rylander H., Yandell B., Milovancev M., Pettigrew R., Schwarz T., 2010: Evaluation of different computed tomography techniques and myelography for the diagnosis of acute canine myelopathy. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 51:3, 254–258.

Feeney D. A., Evers P., Fletcher T. F., Hardy R. M., Wallace L. J., 1996: Computed tomography of the normal canine lumbosacral spine: A morphologic perspective. *Veterinary Radiology and Ultrasound*, 37:6, 399-411.

Fráter L., 2014: Radiológia. Medicina Könyvkiadó Zrt. [WWW Document] URL [https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/2011\\_0001\\_524\\_Radiologia/ch01.html](https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/2011_0001_524_Radiologia/ch01.html)

Gulati A.N., Weinstein Z.R., 1980: Gas in the spinal canal in association with the lumbosacral vacuum phenomenon: CT findings. *Neuroradiology* 20:4, 191-192.

Hathcock J. T., 1994: Vacuum phenomenon of the canine spine: ct findings in 3 patients. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 35, 285-289.

Innes J. F., Melrose J., 2014: Embryology, Innervation, Morphology, Structure, and Function of the Canine Intervertebral Disc. In: Fingerroth J.M., Thomas W.B.: *Advances in Intervertebral Disc Disease in Dogs and Cats*. John Wiley & Sons. 3-7.

Kirberger R.M., Barr F., 2006: *BSAVA Manual of Canine and Feline Musculoskeletal Imaging*, 1st Edition. BSAVA (British Small Animal Veterinary Association). 220-232.

Knutsson, F., 1942: The vacuum phenomenon in the intervertebral discs. *Acta Radiol.* 23, 173–179.

Lamb C.R., Nicholls A., Targett M., Mannion P., 2002: Accuracy of survey radiographic diagnosis of intervertebral disc protrusion in dogs. *Veterinary radiology & ultrasound*, 43:3, 222-228.

- Macdonald N.J., Pettitt R.A., McConnell J., 2011: Pneumorrhachis in a rottweiler. *The Journal of small animal practice*, 52:11, 608-11.
- Müller M., Ludewig E.W., Oechtering G.U., Scholz M., Flegel T., 2013: The vacuum phenomenon in intervertebral disc disease of dogs based on computed tomography images. *The Journal of small animal practice*, 54:5, 253-7.
- Ryu K.S., Rathi N.K., Shin M.H., Park C.K., 2012: Gas-containing disc herniations: dual nerve root compression at a single disc level. *Neurol Med Chir (Tokyo)*, 52:9, 649-51.
- Schwarz T., Owen M.R., Long S., Sullivan M., 2000: Vacuum disk and facet phenomenon in a dog with cauda equina syndrome. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 217:6, 862-4, 844.
- Sharp N.J.H., Wheeler S.J., 2005: *Small Animal Spinal Disorders. Diagnosis and surgery.* 2nd edition. Mosby Ltd, Elsevier. 45-52, 55-60, 121-123, 181-187.
- Skytte D., Schmökel H.G., 2017: Epidural Gas Accumulation in Connection with Canine Degenerative Lumbosacral Disease. *Front. Vet. Sci.* 4:55.
- Smolders L. A., Forterre F., 2014: Biomechanics of the Intervertebral Disc and Why Do Discs Displace? In: Fingerroth J.M., Thomas W.B.: *Advances in Intervertebral Disc Disease in Dogs and Cats.* John Wiley & Sons. 8-13.
- Smolders L.A., Bergknut N., Grinwis G.C., Hagman R.E., Lagerstedt A., Hazewinkel H.A., Tryfonidou M.A., Meij B.P., 2013: Intervertebral disc degeneration in the dog. Part 2: chondrodystrophic and non-chondrodystrophic breeds. *Veterinary journal*, 195:3, 292-9.
- Söffler C., Karpenstein H., Kramer M., 2014: Das intervertebrale Vakuumphänomen als computertomographischer Befund beim Hund und seine Bedeutung hinsichtlich operationswürdiger Bandscheibenvorfälle. *Tierarztl Prax Ausg K*; 42:02, 88-93.
- Specht T.E., Poulos P.W., Metcalf M.R., Robertson I., 1990: Vacuum phenomenon in the metatarsophalangeal joint of a horse. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 197:6, 749-50.
- Suwankong N., Meij B.P., Voorhout G., Boer A.H., Hazewinkel H.A., 2008: Review and retrospective analysis of degenerative lumbosacral stenosis in 156 dogs treated by dorsal laminectomy. *Veterinary and comparative orthopaedics and traumatology : V.C.O.T.*, 21:3, 285-93.
- Thrall D.E., 2018: *Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology, Seventh Edition.* Saunders, Elsevier. 260-261, 271-277.
- Weber W. J., Berry C. R., Kramer R. W., 1995: Vacuum phenomenon in twelve dogs. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 36, 493-498.

## **10. Köszönetnyilvánítás**

Ezúton szeretnék köszönetet mondani Dr. Arany-Tóth Attilának, a témavezetőmnek az ötletért, a rengeteg segítségért, végtelen türelméért és a sok tanításért,

Prof. Dr. Németh Tibornak, hogy engedélyezte a diplomamunkám témáját és az egyetemen készült CT-felvételek felhasználását,

a Radiológiai Osztály dolgozóinak, Demeter Krisztinának és Laki Dávidnak a lelkes segítségért és tanácsokért,

Wippelhauser Annának a statisztikai műveltségem bővítéséért és a támogatásomért,

Bíró Enikőnek és Hidas Ráchelnek a szuper ötletekért, tanácsokért és a számtalan viccért,


Dr. Diószegi Kristófnak a segítségéért és a türelmes magyarázataiért a radiológián eltöltött napok alatt,

És legfőképpen a szüleimnek és az egész családomnak a szüntelen támogatásért és szeretetért, valamint a helyesírás rejtelseinek átadásáért.

Konzulensi ellenjegyzés

Alulírott Alony-Tóth Anikó..... Igazolom, hogy  
ZOTLAY SÁRA..... (a hallgató neve)  
A VACUUM PHENOMÉN DIAGNOSZTIKAI MEGÍTÉSE GERINCSELEG KUTYÁKBAN  
című diplomamunkát ismerem, azt beadásra és védésre alkalmasnak tartom.

Budapest, 2018. 11. 15.....

  
.....  
a témavezető neve és aláírása  
DR. NÉMETH TIBOR  
.....

.....  
ÁLLATORVOSTUDOMÁNYI EGYESÜM.....  
Sebészeti és Szemészeti Tanszék és Klinika  
Tanszék Budapest, István u. 2.  
1400 Budapest, Pf. 2.

HuVetA  
ELHELYEZÉSI MEGÁLLAPODÁS ÉS SZERZŐI JOGI NYILATKOZAT\*

Név: BODOLAY SÁBA  
Elérhetőség (e-mail cím): BODOLAYSABA@GMAIL.COM  
A feltöltendő mű címe: A VACUUM PHENOMEN DIAGNOSZTIKAI  
MEGÍTÉLÉSE GERINCBEJEG KÖNYVÉKIBAN  
A mű megjelenési adatai: 2018  
Az átadott fájlok száma: 1

---

Jelen megállapodás elfogadásával a szerző, illetve a szerzői jogok tulajdonosa nem kizárólagos jogot biztosít a HuVetA számára, hogy archiválja (a tartalom megváltoztatása nélkül, a megőrzés és a hozzáférhetőség biztosításának érdekében) és másolásvédtett PDF formára konvertálja és szolgáltatassa a fenti dokumentumot (beleértve annak kivonatát is).

Beleegyezik, hogy a HuVetA egynél több (csak a HuVetA adminisztrátorai számára hozzáférhető) másolatot tároljon az Ön által átadott dokumentumból kizárólag biztonsági, visszaállítási és megőrzési célból.

Kijelenti, hogy az átadott dokumentum az Ön műve, és/vagy jogosult biztosítani a megállapodásban foglalt rendelkezéseket arra vonatkozóan. Kijelenti továbbá, hogy a mű eredeti és legjobb tudomása szerint nem sérti vele senki más szerzői jogát. Amennyiben a mű tartalmaz olyan anyagot, melyre nézve nem Ön birtokolja a szerzői jogokat, fel kell tüntetnie, hogy korlátlan engedélyt kapott a szerzői jog tulajdonosától arra, hogy engedélyezhesse a jelen megállapodásban szereplő jogokat, és a harmadik személy által birtokolt anyag rész mellett egyértelműen fel van tüntetve az eredeti szerző neve a művön belül.

A szerzői jogok tulajdonosa a hozzáférés körét az alábbiakban határozza meg **(egyetlen, a megfelelő négyzetben elhelyezett x jellel)**:

- engedélyezi, hogy a HuVetA-ban -ban tárolt művek korlátlanul hozzáférhetővé váljanak a világhálón,
- az Állatorvostudományi Egyetem belső hálózatára (IP címekre) korlátozza a feltöltött dokumentum(ok) elérését,
- a Könyvtárban található, dedikált elérést biztosító számítógépre korlátozza a feltöltött dokumentum(ok) elérését,
- csak a dokumentum bibliográfiai adatainak és tartalmi kivonatának feltöltéséhez járul hozzá (korlátlan hozzáféréssel),



Kérjük, nyilatkozzon a négyzetben elhelyezett jellel a helyben használatról is:

Engedélyezem a dokumentum(ok) nyomtatott változatának helyben olvasását a könyvtárban.

Amennyiben a feltöltés alapját olyan mű képezi, melyet valamely cég vagy szervezet támogatott illetve szponzorált, kijelenti, hogy jogosult egyetérteni jelen megállapodással a műre vonatkozóan.

A HuVetA üzemeltetői a szerző, illetve a jogokat gyakorló személyek és szervezetek irányában nem vállalnak semmilyen felelősséget annak jogi orvoslására, ha valamely felhasználó a HuVetA-ban engedéllyel elhelyezett anyaggal törvénytörtő módon visszaélne.

Budapest, 2018 év 11. hó 19. nap

Brodzány Sándor  
aláírás  
szerző/a szerzői jog tulajdonosa

*A HuVetAMagyar Állatorvos-tudományi Archívum – Hungarian Veterinary Archive az Állatorvostudományi Egyetem Hutýra Ferenc Könyvtár, Levéltár és Múzeum által működtetett egyetemi és szakterületi online adattár, melynek célja, hogy a magyar állatorvos-tudomány és -történet dokumentumait, tudásvagyonát elektronikus formában összegyűjtse, rendszerezze, megőrizze, kereshetővé és hozzáférhetővé tegye, szolgáltatassa, a hatályos jogi szabályozások figyelembe vételével.*

*A HuVetA a korszerű informatikai lehetőségek felhasználásával biztosítja a könnyű, (internetes keresőgépekkel is működő) kereshetőséget és lehetőség szerint a teljes szöveg azonnali elérését. Célja ezek révén*

- *a magyar állatorvos-tudomány hazai és nemzetközi ismertségének növelése;*
- *a magyar állatorvosok publikációira történő hivatkozások számának, és ezen keresztül a hazai állatorvosi folyóiratok impakt faktorának növelése;*
- *az Állatorvostudományi Egyetem és az együttműködő partnerek tudásvagyonának koncentrált megjelenítése révén az intézmények és a hazai állatorvos-tudomány tekintélyének és versenyképességének növelése;*
- *a szakmai kapcsolatok és együttműködés elősegítése,*
- *a nyílt hozzáférés támogatása.*