

Állatorvostudományi Egyetem  
Sebészeti és Szemészeti Tanszék és Klinika

**Kutyák perioperatív vérnyomásváltozásainak  
vizsgálata oszcillometriás vérnyomásmérési  
eljárásokkal**

**Készítette:** Kelemen Regina

**Témavezető:** Dr. Simon Csilla  
ÁTE, Sebészeti és Szemészeti Tanszék és Klinika,  
klinikai állatorvos

Budapest, 2022



# 1. Tartalomjegyzék

|   |    |
|---|----|
| 1. Tartalomjegyzék.....   | 2  |
| 2. Rövidítések jegyzéke.....  | 4  |
| 3. Bevezetés.....   | 5  |
| 4. Irodalmi áttekintés.....   | 6  |
| 4.1 Vérnyomásmérési eljárások.....  | 6  |
| 4.2 A vérnyomás szabályozásának élettani alapjai.....                     | 7  |
| 4.2.1 Hormonális és neurohormonális szabályozás.....                      | 7  |
| 4.2.2 Lokális szabályozás.....  | 11 |
| 4.3 Perioperatív alkalmazott gyógyszerek hatása a vérnyomásra.....        | 11 |
| 4.3.1 Fentanil.....   | 11 |
| 4.3.2 Morfin.....   | 12 |
| 4.3.3 Midazolam.....  | 12 |
| 4.3.4 Ketamin.....  | 13 |
| 4.3.5 Propofol.....   | 14 |
| 4.3.6 Isofluran.....  | 14 |
| 4.3.7 Acepromazin.....  | 15 |
| 4.4 Ventiláció hatása a vérnyomásra.....                                  | 15 |
| 4.5. Vérnyomást befolyásoló egyéb tényezők a perioperatív időszakban..... | 16 |
| 4.5.1 Stressz.....  | 16 |
| 4.5.2 Folyadékháztartás.....  | 16 |
| 4.5.3 Testhőmérséklet.....  | 17 |
| 4.5.4 Testhelyzet.....  | 18 |
| 5. Anyag és Módszer.....  | 19 |
| 5.1 Vizsgálatban résztvevő állatok.....                                   | 19 |
| 5.2 Adatrögzítés.....   | 20 |
| 5.3 Mintavétel.....   | 20 |
| 5.4 Vérnyomásmérés.....   | 21 |
| 5.5 Altatási protokoll.....   | 22 |
| 5.6 Statisztikai analízis.....  | 23 |
| 6. Eredmények.....  | 24 |
| 7. Megbeszélés.....   | 35 |
| 8. Összefoglalás.....   | 39 |
| 9. Summary.....   | 40 |

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 10. Irodalomjegyzék.....      | 41 |
| 11. Köszönetnyilvánítás ..... | 45 |
| 12. Mellékletek.....          | 45 |

## ***2. Rövidítések jegyzéke***

- 1. MAP** = Közép artériás nyomás
- 2. SAP** = Szisztolés artériás nyomás
- 3. DAP** = Diasztolés artériás nyomás
- 4. HDO** = High-definition-oszcillometria
- 5. ADH** = Antidiuretikus hormon
- 6. RAAS** = Renin-angiotenzin-aldoszteron rendszer
- 7. ANP** = Atriális natriuretikus peptid
- 8. ACE** = Angiotenzin konvertáló enzim
- 9. MAC** = Minimális alveoláris koncentráció
- 10. NMDA** = N-metil-D-aszparaginsav

### 3. Bevezetés

Az állatokon történő vérnyomásmérés hagyománya évszázadokra nyúlik vissza. A módszerek finomodásával és egyszerűsödésével (direkt-indirekt vérnyomásmérés), ugyanakkor pontosabbá válásával lehetővé vált informatív vérnyomás adatok kinyerése, akár a műtőasztal mellett is [32].

A fiziológiás vérnyomásértékek (normotenzió) fenntartása különösen fontos anesztetizált állatok esetében, elkerülendő a későbbi szövődmények, szervkárosodás kialakulását. Anesztézia során a kutyák élettani vérnyomásértéke 90–120 Hgmm szisztolés-, 55–90 Hgmm diasztolés- és 60–100 Hgmm közép artériás nyomás, ami nem megfelelően megválasztott altatási mód mellett csökkenhet, és fiziológiás érték alá is eshet [37].

A perioperatív időszakban számos hatás éri az állatokat, amely befolyásolhatja a kardiovaszkuláris rendszerük működését, főként a szív működést és a vérnyomást. Többek között ezért is bír kiemelt jelentőséggel a vérnyomás monitorozása ezen időszak során. Ez az egyik legmegbízhatóbb paraméter, amivel közvetetten információt kaphatunk a szövetek oxigénellátottságáról. Manapság már több vizsgálati módszer közül is választhatunk, amelyek egyszerűen működtethetőek klinikai körülmények között is, és többnyire megbízható eredményeket adnak. Azonban fontos ismernünk azon módosító faktorokat, amelyek egy műtéti altatás során hatással lehetnek a vérnyomásértékekre, esetleg befolyásolhatják a mérés pontosságát, hogy ennek megfelelően tudjuk értékelni a kapott eredményeket és választhassunk megbízható eszközt a monitorozáshoz, így adva lehetőséget a felfedezett kóros vérnyomás kezelésére.

Kutatásom során, az Állatorvostudományi Egyetem Kisállatklinikáján megforduló, kardiovaszkuláris megbetegedéssel nem rendelkező kutyák közül választottunk reprezentatív csoportot (33 kutya). Vizsgálatom célja a perioperatív vérnyomásváltozások vizsgálata volt, a klinikán alkalmazott alap anesztézia protokoll mellett, továbbá az általunk használt két különböző típusú, indirekt, oszcillometriás módszerrel dolgozó vérnyomásmérővel mért eredmények összehasonlítása, figyelembe véve a mintavételezésre alkalmazott végtag pozícióját. Korábban számos tanulmány foglalkozott éber állatokon történő indirekt vérnyomásmérési módszerek, vérnyomásmérő-mandzsetta pozicionálás hatásainak [35, 36], valamint adott altatószer melletti direkt vérnyomásmérés vizsgálataival, de az általunk teremtett feltételek melletti, műtéti beavatkozás során rögzített indirekt vérnyomásmérési vizsgálatot ezidáig nem végeztek.

## 4. Irodalmi áttekintés

### 4.1 Vérnyomásmérési eljárások

A vérnyomásmérés standard monitorozási eszköz anesztézia során és a legmegbízhatóbb klinikailag mérhető érték, amely információt ad a perfúzióról, ezáltal a szövetek oxigénellátottságáról a szervezetben [23]. Szisztémás vérnyomást mérhetünk direkt, invazív artériás vérnyomásméréssel, amelynél intra-arteriális katétert használunk a méréshez, és indirekt, nem invazív módon is, pneumatikus mandzsettával. Klinikai körülmények között, társállatoknál, a nem invazív metódusok használata elterjedtebb egyszerűbb kivitelezhetőségük miatt. Megkülönböztetünk Doppler áramlás mérésen alapuló, illetve oszcillometria-elvű indirekt vérnyomásmérő eszközöket, melyek pontossága és megbízhatósága eltérő [30]. Doppler rendszerrel történő vérnyomásmérés során egy mandzsettát helyezünk a választott artéria felé, többnyire a lábak disztális végéhez közel, majd egy szenzoros érzékelővel a mandzsetta alatti területen hallható pulzust keresünk. A mandzsettát addig töltjük meg levegővel, amíg az addig hallható pulzus már nem detektálható, majd lassan a levegő leengedése után a műszeren megfigyeljük, milyen értéknél hallható újra véráramlás, ez fogja adni a szisztolés artériás vérnyomást. Ez az eljárás azonban perioperatív körülmények között nem praktikus, ugyanis időigényesebb, nagyobb eszközigényű, nem végezhetőek vele automatikus mérések és csak szisztolés értéket kaphatunk vele, mely mért érték újabb tanulmányok szerint valójában csak a közép artériás nyomásnak feleltethető meg, így túlbecsülhetjük a valós vérnyomását a páciensnek. Ezzel ellentétben oszcillometrián alapuló rendszereknél mindhárom kívánt (szisztolés, diasztolés, valamint közép artériás nyomás) értéket megkapjuk amellet, hogy automatikus méréseket végezhetünk. Habár anesztéziában nem részesülő betegeknél pontatlanabb eredményeket kaphatunk, többek között a légzőmozgások és más izommozgások fokozott jelenléte miatt, a perioperatív időszakban azonban, ideális izomrelaxáció mellett megbízható módszer. Hagyományos oszcillometriás eszközöknél mandzsettát helyezünk az általunk kiválasztott artéria felé, majd elindítjuk az eszközön a mérést, miután rövid időn belül megkapjuk az eredményeket. Napjainkban azonban a legpontosabb eredményeket kisállatok esetében a HDO (High Definition Oscillometry) típusú mérőműszerrel kaphatjuk. A mandzsettába épített érzékelő rendszer érzékeli az erek pulzációját. A készülék a szisztolés (SAP) és diasztolés (DAP) értékeket nem algoritmusból számítja ki, ellentétben más oszcillometriás rendszerekkel, hanem a leképzett oszcillációs görbe

megfelelő pontjaiból határozza meg, így pontosabb eredményt adva. Képes a pulzushullámokat egy monitoron megjeleníteni, ezzel lehetőségünk van a mérési hibák detektálására és kiszűrésére. Előnye, hogy ideális kis méretű betegek vérnyomásméréséhez is, ellenben a hagyományos oszcillometriás rendszerekkel, amelyek kistestű fajtáknál gyakran nem adnak biztos eredményt. Összehasonlítva más vérnyomásmérő rendszerekkel, megbízhatóan használható az ideális vérnyomás értékhatárok (70-160 Hgmm) kívül is [31].

## ***4.2 A vérnyomás szabályozásának élettani alapjai***

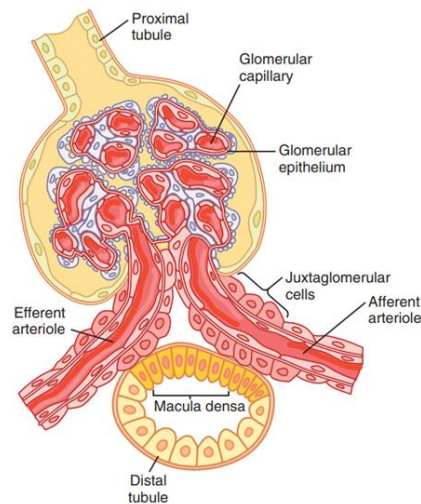
A vérnyomás szabályozásában, mind az endokrin-, mind az idegrendszer fontos szerepet tölt be; működésük elválaszthatatlan egymástól, összehangoltságuk elengedhetetlen az élettani határértékek közötti vérnyomás kialakításához és fenntartásához az egész szervezetben [2]. A vérnyomás változására az idegrendszer azonnal reagál; fiziológiás esetben is alapszinten folyamatosan szabályozza azt, míg a hormonális korrigálás lassabb. Utóbbi aktiválódásához kiváltó esemény szükséges, de hatása tartósabb, hosszútávú [4]. A neurohormonális rendszert extrinsic szabályzó rendszernek tekintjük, míg a szervekben lokálisan végbemenő, a neurohormonális szabályozástól többnyire függetlenül működő folyamatokat, intrinsic mechanizmusoknak nevezzük. Az extrinsic folyamatok főleg a nem "kritikus" szervekben (vese, splanchnicus terület szervei, nyugalomban lévő izomzat) dominálnak, míg az intrinsic folyamatok a "kritikus" szervekben (agy, szív koronária erek, működő izomzat) jelentősek [1].

### ***4.2.1 Hormonális és neurohormonális szabályozás***

A hormonális szabályozásban számtalan molekula vesz részt, melyekből a legjelentősebbek azok, amelyek a kardiovaszkuláris rendszerre kifejezett hatással bírnak; a mellékvesevelőből felszabaduló katekolaminok (adrenalin, noradrenalin), a hypothalamusban termelődő, majd a neurohypophisból felszabaduló vazopresszin (ADH), a renin-angiotenzin-aldoszteron (RAAS) rendszer, illetve a szívpitvar által termelt ANP (pitvari/atriális natriuretikus peptid) [4, 7].



Katekolaminok a szervezetben szimpatikus hatásra szabadulnak fel a mellékvesevelő chromaffin sejtjeiből, amelyek tulajdonképpen megfeleltethetőek szimpatikus idegrendszeri postganglionaris idegrostoknak, melyeket a preganglionaris rostokból felszabaduló acetil-kolin stimulál [6]. A vérkeringés fenntartásához szükséges alapszintű katekolamin szekréció folyamatosan zajlik, szimpatikus hatásra azonban nagyobb mennyiségben termelődnek [3]. Alfa ( $\alpha$ )- és béta ( $\beta$ )- adrenerg receptorokon keresztül fejtik ki hatásukat a szervezet különböző pontjain, köztük a vérnyomás szabályozásában fontos szerepet játszó szíven, illetve az érfalak simaizomzatán is. A szív teljesítményét  $\beta$ -1 receptoron keresztül fokozzák, növelve a szívfrekvenciát és a szívizom kontraktilitás erejét. Az erekben pedig  $\beta$ -2 receptor által értágulatot,  $\alpha$ -1 receptor által, pedig érszűkületet okoznak [6]. Az  $\alpha$ -1 receptorok, amelyek érzékenyebbek a noradrenalinra, többnyire az érfalak külső adventícia rétegéhez közel helyezkednek el, míg a  $\beta$ -2 receptorok, amelyek érzékenyebbek az adrenalinra, a lumenhez közeli simaizomsejteken találhatóak [4]. A  $\beta$ -1 receptorok érzékenysége a két hormonra közel azonos [6].  $\beta$ -2 receptor csak bizonyos szervek ereinek simaizomsejtjein található nagy számban (izmok, a szív koronária erei, illetve a vénák) [6]. Az adrenalin és noradrenalin termelődésének aránya állatfajtól is függ; húsevőkben általában több noradrenalin, növényevőkben pedig több adrenalin termelődik. Ezen hormonok arányát az életkor is befolyásolhatja [3].



**1. ábra: Juxtaglomeruláris apparátus (proximal tubule=proximális tubulus; glomerular capillary=glomerulus kapilláris; glomerular epithelium=glomerulus epithel; efferent arteriole=effereus arteriola; juxtaglomerular cells= juxtaglomerularis sejtek; afferens arteriole=afferens arteriola; macula densa=macula densa; distal tubule=disztális tubulus) [6].**

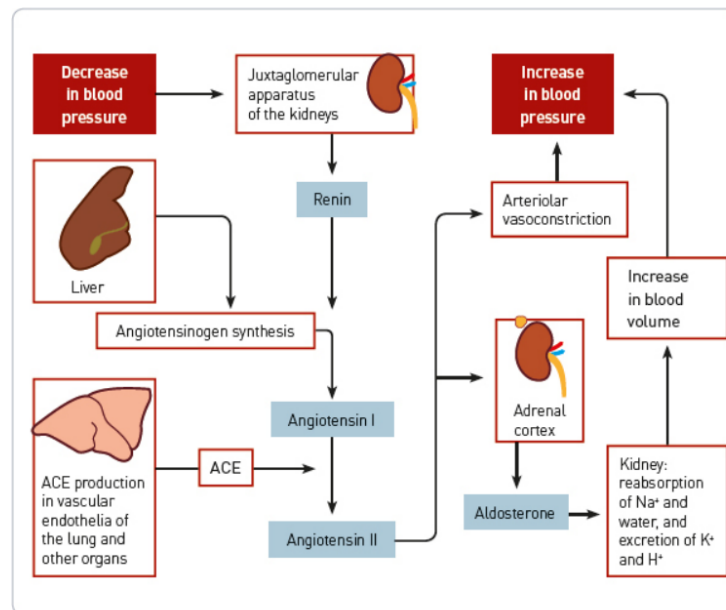
A renin-angiotenzin rendszer szerepe kiemelkedő a szervezet folyadéktartásának szabályozásában [7]. A renint, amely egy fehérjebontó enzim, a vese juxtaglomeruláris apparátusának granuláris sejtjei - amelyek a glomerulusba térő afferens arteriola falában találhatóak – szekretálják. A szekréciót kiválthatja vérnyomásesés az afferens arteriolában, illetve az apparátushoz futó szimpatikus idegek fokozódó aktiválódása szisztémás vérnyomásesés következtében [6, 7]. A renin szekrécióra hatással vannak még a disztális tubulus kezdeti szakaszán elhelyezkedő macula densa sejtek, amelyek szintén a juxtaglomeruláris apparátus részét képezik. Ezen sejtek a tubuluson áthaladó filtrátum nátrium-ion koncentrációjára érzékenyek: alacsony nátrium-ion koncentráció aktiválja a renin termelődését és kiválasztását a vérplazmába a granuláris sejtekben [6]. A renin a májban termelődő angiotenzinogén plazmafehérjéből lehasít egy deka-peptidet, amely ezáltal egy még inaktív hormon, az angiotenzin-I lesz. Az angiotenzin-I az endotelsejtek által termelt angiotenzin-konvertáló enzim (ACE) által alakul át aktív oktapeptid hormonná, angiotenzin-II-é. Angiotenzin-konvertáló enzimek főként a tüdőben találhatóak meg nagy számban [7]. Az angiotenzin-II hormonnak több jelentős hatása is van: stimulálják a mellékvesekéreg zona glomerulosa sejtjeinek működését, amelyek többek között aldoszteront termelnek, serkentik az ADH felszabadulását a neurohypophysisből, illetve növelik a perifériás ellenállást a vérerek simaizomzatának kontrakciója által [6, 8]. A krónikusan emelkedett angiotenzin-II szint a szervezetben, szívizom hipertrófiához és angioproliferációhoz vezet [7].

A mineralokortikoidok, mint az aldoszteron, főbb funkciója a vérnyomás szabályozása és az elektrolit egyensúly fenntartása [6]. Célsejtjeik a disztális kanyarulat csatornában elhelyezkedő, Na-ionokat abszorbeáló, illetve a K- és H-ionokat szecernáló vesetubulus-sejtek [7]. Az aldoszteron elválasztást közvetetten a Na-ion koncentráció (angiotenzin-II hormonon keresztül), közvetlenül a K- ion keringésbeli mennyisége szabályozza [7]. Emelkedett vér kálium-ion koncentráció serkenti a mellékvesekéreg mineralokortikoid termelését, közvetlenül a zóna glomerulosa sejtjeire hatva; csökkent szintje pedig ellenkező hatással bír [6].

Az ADH (anti-diuretikus hormon, vazopresszin) dehidráció, hypotenzió, illetve volumen veszteség következtében kialakuló vérplazma ozmolalitás növekedés hatására szabadul fel a hypophysisből [8]. Az ADH a vesében, a gyűjtőcsatorna sejteken, 2-es típusú vazopresszin (V2) receptoron keresztül fejti ki hatását, melyek az anti-diuretikus hormon kötődése következtében növelik az aquaporin-2 csatorna expressziót apikális felszínükön [8]. Az ADH fő feladata a veséken keresztüli vízretenció [9]. A hormon az 1-es típusú vazopresszin (V1)

receptorhoz kötődve vazokonstriktiót idézhet elő, azonban ez a hatása vélhetőleg, csak nagyobb vérzések következtében kialakuló hypotenzióban érvényesül [4].

Az atrialis natriuretikus peptid hormon a szívpitvar sejtjeiből szabadul fel és jut a keringésbe, fokozódó pitvartágulat hatására [7]. Termelődésével csökken a vesében a nátrium-ion visszaszívása, csökken az aldoszteron és a renin elválasztása. Vérér tágító hatást fejt ki, ezáltal csökkentve a vérnyomást [6].



**2. ábra: RAAS (renin-angitenszin-aldoszteron rendszer)(Liver=máj; Decrease in blood pressure=vérnyomáscsökkenés; Increase is blood pressure=vérnyomás emelkedés; arteriolar vasoconstriction=arterioláris vazokonstriktió; Increase in blood volume=vértérfogat növekedés; Adrenal cortex=mellékvese kéreg; Kidney: reabsorption of Na<sup>+</sup> and water, and excretion of K<sup>+</sup> and H<sup>+</sup>= Vese: Na<sup>+</sup> és víz reabszorbció, K<sup>+</sup> és H<sup>+</sup> exkrécio; ACE production in vascular endothelia of the lung and other organs= A tüdő és más szervek érendoteljében termelt ACE [30].**

Neurohormonális folyamatok közül kimagaslóan fontosak a kardiovaszkuláris reflexek: az artériás baroreceptor reflex és az atrialis volumen receptor reflex. A két reflex együtt összhangban szabályozza az artériás nyomást és a vértérfogatot [1]. Az artériás baroreceptorok nyomásérzékeny idegvégződések, amelyek a sinus caroticusban, illetve az aortaívben helyezkednek el és az artériás vérnyomást monitorozzák [1]. A receptorok afferens ingerületet közvetítenek a központi idegrendszer felé, amely reflexesen szabályozni fogja a szívteljesítményt és a vascularis ellenállást [1]. A baroreceptorok csökkent aktivitásának hatására, amely vérnyomás csökkenés hatására következik be, fokozódni fog a szimpatikus idegrendszeri hatás a kardiovaszkuláris rendszerben (növekszik a szívfrekvencia és a kontraktilitás

erőssége, érzékület). Fokozódó baroreceptor aktivitáskor, csökkenni fog a szimpatikus hatás [1].

Az atrialis volumen receptorok a szívben a jobb és bal pitvar falában elhelyezkedő idegvégződések, amelyek a központi idegrendszer felé közvetítik az ingerületet. Csökkent aktivitásuk - szinergizmusban a baroreceptor reflexszel - fokozza a szimpatikus hatást a szervezetben, illetve fokozza a vesében a renin kiválasztást, a hypothalamusra hatva szomjúság érzetet kelt és fokozza az ADH kiválasztást. Növekvő aktivitásuk, növekvő pitvari nyomáskor, ellentétes hatású [1].

#### ***4.2.2 Lokális szabályozás***

A legjelentősebb lokális vérnyomást szabályozó anyagok metabolikus eredetűek. Ha egy szövet metabolikus rátája nő, növekedni fog a szén-dioxid, az adozin, a laktát, illetve kis mértékben a kálium-ion koncentráció is, az oxigén szint pedig csökken, vazodilatációt létrehozva a területen, amely lokális vérnyomáscsökkenést eredményez [10].

Több más kémiai anyag is lokálisan fejti ki hatását az érellenállásra, ezáltal a vérnyomásra. Ilyen többek között a vazokonstriktort okozó endothelin-1 és a tromboxán A<sub>2</sub>, amelyek így emelhetik a vérnyomást, valamint a vazodilatációt eredményező prosztaciklin, hisztamin és bradikinin, amelyek csökkentik [10].

### ***4.3 Perioperatív alkalmazott gyógyszerek hatása a vérnyomásra***

Az analgészia, szedáció és anesztézia során használt szerek többségének jelentős kardiovaszkuláris hatása van [13].

#### ***4.3.1 Fentanil***

Teljes mű-receptor agonista opioid. Fájdalomcsillapító, és enyhe szedatív hatása intravénásan alkalmazva 1-2 perc alatt alakul ki a szervezetben, és kutyáknál 20-30 percig tart. Transzdermális felhasználásakor a fájdalomcsillapító hatás időtartamát növelhetjük. Akut fájdalomáttöréskor bólusban és infúzióhoz adva is applikálható [11, 14]. Nem kívánatos hatása többek között a központi idegrendszer szén-dioxid-szint érzékenységének csökkenése következtében kialakuló légzés depresszió, valamint a hypotermia [14], és a zaj érzékenység

[11]. Bizonyított, hogy egyes esetekben eufóriát (fokozott éberség, vokalizáció) és diszfóriát (nyugtalanág, izgalom, diszorientáció) is okozhat [11]. Opioid receptor antagonistá vegyülettel (naloxon) felfüggeszthetjük működését, azonban ezt nem kellő óvatossággal alkalmazva, a hirtelen fellépő fájdalom miatt, sokkos állapot alakulhat ki a mütéti beavatkozáshoz altatott betegnél [14].

Kardiovaszkuláris hatása n. vagus mediált bradikardiában nyilvánul meg, mely vérnyomás csökkenést eredményezhet [11, 13]. A csökkent szívfrekvencia antikolinerg szerekekkel ellensúlyozható, melyre leginkább inhalációs anesztetikumokkal együtt alkalmazva lehet szükség [11]. Azonban, ezen deficit rendezése után jótékonyan hat a szív-és érrendszer működésére. Plazma koncentrációtól függően csökkenti a felhasznált izoflurán mennyiséget, ami előnyös, mivel az izoflurán önmagában jelentős kardiovaszkuláris depressziót okozhat [18].

#### **4.3.2 Morfin**

Nagy affinitással mő receptorhoz, kis affinitással kappá és delta receptorhoz is kötődő opioid fájdalomcsillapító [11]. Szedatív hatása jelentősebb lehet, mint a fentanilé [14]. Intravénás beadása esetén 1-3 perc alatt, intramuszkulárisan és szubkután alkalmazva 10-30 perc alatt kialakul a hatása, amely 2-6 óráig is tarthat [14]. Gyors intravénás beadásakor jelentős vérplazma hisztamin koncentráció emelkedést okozhat, amely vazodilatációt, ennek következtében vérnyomás csökkenést eredményez. Gasztrointesztinális hatása kifejezettebb lehet a fentanilénál; fájdalomingertől nem szenvedő állatoknál (= premedikációnál [15]) hányingert, hányást válthat ki. A morfinra is jellemző lehet a már fentebb leírt, vagus mediált bradikardia és következményes hypovolémia, légzésdepresszió, hypotermia, eufória, esetleg diszfória [11]. Fokozza az ADH elválasztást a szervezetben, így a folyadékretenciót is [15]. Opioid receptor antagonistával teljes mértékben, butorfanollal részlegesen antagonizálható [14]. Kardiovaszkuláris hatása a fentanilhoz hasonló [11].

#### **4.3.3 Midazolám**

A benzodiazepinek csoportjába tartozó nyugtató és centrális izomrelaxáns [14]. Direkt fájdalomcsillapító hatással nem rendelkezik, eltekintve a spasztikus izomzat oldása miatt megszűnő fájdalomérzettől [12]. A GABA gátló neurotranszmitter hatását fokozza [14]. Kuttyáknál intravénás beadásnál 2 percen belül, intramuszkuláris vagy szubkután applikálásnál 10 percen belül kifejti hatását, amely 45 perc – 2 óra hosszan is tarthat. Felhasználása

mérsékelheti a beavatkozás közben fogyasztott izoflurán mennyiséget [12], így annak vérnyomáscsökkentő hatását [13]. A benzodiazepinek önmagukban egészséges kutyában nem szedatívak, ezért gyakran opioidokkal együtt alkalmazzák őket, így egy olyan kombinációt létrehozva, amelynek csak csekély hatása van a hemodinamikára [12].

Kardiovaszkuláris hatása (szívteljesítmény növelés, perifériás érellenállás fokozás, szívizom kontrakciós erejének csökkentése) csak a klinikainál nagyobb dózisban alkalmazva jelentkezhetne [13].

#### **4.3.4 Ketamin**

Disszociatív anesztetikum, mely hatása a thalamo-kortikális idegi pályák „szétkapcsolásán” alapul. Több receptorhoz képes kötődni a szervezetben, azonban az analgéziáért, az amnéziáért és a hallucinációért főként az NMDA-receptoron kifejtett hatása felelős (nem kompetitív antagonizmus). Az analgézia és az amnézia kialakulása mellett, az okuláris, a laryngeális és a pharyngeális reflexek megtartottak maradnak. Kereskedelmi forgalomban kapható változata, amely a ketamin két sztereoizomerjének (S (+), illetve R (-) ketamin) elegyéből áll, kissé savas pH-val rendelkezik, ezért kerülni kell az intramuszkuláris beadást, különösen kis méretű állatoknál. A májban metabolizálódik és vizelettel ürül, így máj-, illetve vesebetegségben szenvedő állatoknál kerülendő [16]. Fokozza az intrakraniális és az intraokuláris nyomást, így ezen területeket érintő elváltozások esetén használata, nagy dózisban, kontraindikált. A légzésre nincs jelentős hatása, időnként okozhat úgynevezett „apnoisztikus” légzésmintázatot, amely során az apnoé nem a kilégzés, hanem a belégzés után következik be [14]. Nem kívánt hatásként jelentkezhet izommerevség, fokozott nyálzás, illetve epileptiform görcs, erre hajlamos betegeknél, azonban kis dózisban, más anesztetikumokkal kombinációban alkalmazva, ezen következmények csökkenthetők és elkerülhetőek [16].

A legtöbb intravénás anesztetikummal ellentétben, a ketamin stimulálja a kardiovaszkuláris rendszert. Növeli a szívfrekvenciát, ezáltal a szívteljesítményt és az artériás vérnyomást, ha a szív tud reagálni a szimpatikus stimulációra, tehát akadálytalanul tud fokozódni az izommunka (nincs kóros szívizom hipertrófia) és az oxigén szükséglet is kielégített (a szív vérellátása is megfelelő). Nagy dózis intravénás beadása után az előbbiekkal ellentétben negatív inotróp hatása lehet, és hirtelen átmeneti hypotenziót okozhat [16].

#### **4.3.5 Propofol**

Lipidoldékony alkil-fenil vegyület, amelyet olaj a vízben makroemulzió formájában forgalmazznak. Kizárólag intravénásan alkalmazható. Hipnotikus hatása szinte azonnali, egyszeri adag beadása esetén körülbelül 10 percig tart. Központi idegrendszeri befolyása, a GABA gátló neurotranszmitter hatásának támogatásán alapszik. Vérplazmából való gyors eliminációja után először jó perfúzióval ellátott szövetekben oszlik meg, metabolizálódik, majd lassabb megoszlással a zsírszövetbe jut, „tárolódik” és lebomlik [16]. Alkalmazásakor kerülni kell a teljes adag hirtelen, gyors beadását, így elkerülve a jelentős légzésdepressziót és vazodilatációt, hypovolémiát [14].

A perifériás érellenállás-csökkentő és negatív inotróp hatása révén összességében csökkenti a szívteljesítményt. Alacsony vérnyomással rendelkező betegnél, a hypovolémia súlyosabb lehet, különösen a beadást követő percekben. A csökkenésre a szívfrekvencia nem növekszik. Bradikardiával járó betegségben, a propofol antikolinerg szerre nem reagáló bradikardiát vagy aszisztolét idézhet elő. Nagy dózisú opioiddal alkalmazva fokozottan csökkentheti a szívfrekvenciát [16].

#### **4.3.6 Isofluran**

Inhalációs anesztetikumként alkalmazott hatóanyag, amely analgetikus hatással nem rendelkezik. Önmagában alkalmazva jelentős kardiovaszkuláris- és légzésdepressziót okozhat, azonban más anesztetikumokkal, például opioidokkal, kombinálva a felhasznált mennyisége jelentősen csökkenthető, így a nem kívánatos hatásai is mérsékelhetőek. Vazogén tónus és szívizom-kontraktilitás csökkenést eredményez, melyek következtében vazodilatáció, valamint alacsony szívteljesítmény jön létre és hypotenzio alakul ki. Mivel a szívfrekvenciát számtalan tényező (vágus tónus, kombinációban felhasznált gyógyszerek, légzés, egyéb káros hatások) szabályozza és befolyásolja, így erre kifejtett hatása többnyire kiszámíthatatlan. Önmagában alkalmazva valószínűleg növelné azt, azonban nem olyan mértékben, ami a hypotenziót ellensúlyozni tudná. Az agyban bekövetkező vértágulat miatt, intrakraniális nyomásfokozódás is bekövetkezhet, így koponyát ért trauma fennállásakor fokozott óvatossággal alkalmazandó. Mind a légzésszámot, mind a légzési térfogatot csökkenti, ezáltal következményes hyperkapniát is okozva. Az alacsony vérnyomás következtében, a máj és a vese perfúziója jelentősen csökkenhet, a szervek károsodását eredményezve [17].

#### **4.3.7 Acepromazin**

Fenotiazin-származék, neuroleptikum, amely alfa-1-, dopamin- és hisztamin receptor-antagonista [14]. Változatos módon applikálható, leggyorsabban, 15 percen belül, intravénásan adagolva fejt ki hatását 6-8 órán keresztül, dózisfüggő módon. Nyugtatás és feszültségoldás mellett, antiemetikus hatással is bír. Teljes mértékben a májban metabolizálódik, így csökkent májfunkciójú állatoknál használata nem ajánlott [12]. Befolyásolja a termoregulációs központ működését, ennek következtében használata után jelentős testhőmérséklet csökkenés következhet be, amely hatást az alfa-1 receptor antagonizmus miatt bekövetkező perifériás érfaltágulat is erősít.

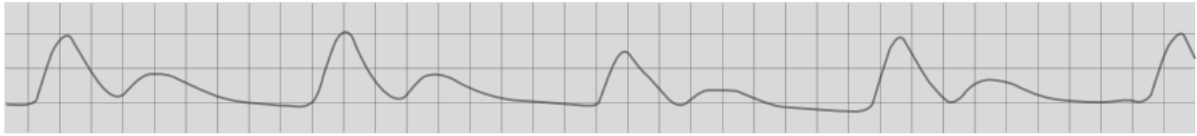
Kardiovaszkuláris hatásai jelentősek lehetnek, a vazodilatáció következményeként kialakuló alacsony vérnyomás miatt, így használata kardiovaszkulárisan komprimált állatoknál nem ajánlott. Nagytestű kutyák és főként a boxerek érzékenyek lehetnek az acepromazin vazodilatatív hatására [14].

#### **4.4 Ventilláció hatása a vérnyomásra**

Az állatorvosi gyakorlatban alkalmazott manuális és átmeneti pozitív nyomású mechanikus ventilláció (IPPV=intermittent positive pressure ventilation) jelentős hatással lehet a kardiovaszkuláris rendszerre [20]. Ennek oka, főként a mechanikus ventilláció okozta emelkedett nyomás a mellüregben. Az emelkedett nyomás miatt az intratorakális erek és a szív is kompresszió alá kerül, amely csökkenteni fogja a vénás visszaáramlást az extratorakális erekből a jobb pitvar és kamra felé. Ennek következtében a jobb szívfél előterhelése csökkeni fog, így kisebb lesz a végdiasztolés térfogat is, amely végeredményben csökkenteni fogja előbb a jobb szívfél verőtérfogatát, majd a bal szívfél előterhelését, és így a verőtérfogatát is. Extrém esetekben szívtamponádra jellemző kép is kialakulhat. Összességében a perctérfogat is alacsonyabb lesz, amennyiben nem jelentkezik reflex tachykardia kompenzációként [19]. A csökkent perctérfogat alacsony vérnyomás középértéket fog eredményezni [20]. A ventilláció hatásának mértékét főként a beteg intravaszkuláris volumentérfogata és a szív pumpafunkciójának működése határozza meg [19]. Hypovolémiás, vagy szívizom betegséggel (pl. hipertrófiás kardiomiopátia) rendelkező betegek erősebb vérnyomáseséssel reagálhatnak a ventilláció megkezdésére. Ilyen esetekben a pulzoximéter méréseiből létrejött plethysmograf



hullámai között, illetve artériás vérnyomásmérés esetén a pulzushullámok között jelentős amplitudó különbséget láthatunk a légzési ciklus során [20].



**3. ábra: Pulzushullámok amplitudó különbségei a légzési ciklus során [20].**

A ventiláció negatív hatása, az alacsony vérnyomás, kifejezettebb lehet hosszú inspirációs idő, magas közép légúti nyomás és PEEP (Positive end-expiratory pressure = pozitív végkilégzési nyomás) használata esetén [20, 21]. PEEP használata a tüdő alveolusok összeesésének megelőzése érdekében ajánlatos [22], azonban túl magas PEEP érték a tüdő kapillárisok kompressziójához vezet, amely növeli a jobb szívfél utóterhelését, az ennek következtében végbemenő változások pedig csökkentik a bal szívfél előterhelését, amely végeredményében alacsonyabb vérnyomást fog eredményezni [19].

## **4.5. Vérnyomást befolyásoló egyéb tényezők a perioperatív időszakban**

### **4.5.1 Stressz**

A sebészi beavatkozáshoz köthető stresszes állapot jól ismert folyamat állatoknál. Nemcsak fizikális megterhelés miatt következik be, hanem érzelmi hatások eredménye is [26]. A hospitalizáció emelkedett vérnyomásértékeket eredményezhet a páciens nyugalmi vérnyomásértékeihez képest, amely háttérben a fokozott szimpatikus tónus áll. Ezen jelenséget „white-coat” hipertenziónak is nevezik [5]. Stressz esetén katekolamin (noradrenalin, adrenalin) felszabadulás következik be a szervezetben, ez vérnyomás emelkedést fog eredményezni, emelkedett szívfrekvenciával, ellenben olyan esetekkel (például hypovolémia), amelyeknél baroreceptor reflex váltja ki a vérnyomás emelkedését, ezáltal reflex vezérelten csökkentve a szívfrekvenciát. Különböző kutyafajták között eltérés figyelhető meg a stresszre adott válaszreakcióban (például labrador retrievereknél enyhébb szimpatikus aktiváció figyelhető meg), azonban ez nem függ össze a fajták testméretével [29].

### **4.5.2 Folyadékhiánytartás**

A folyadékterápia többnyire elengedhetetlen a perioperatív időszakban a szív megfelelő perctérfogatának fenntartásához és az optimális szöveti perfúzió eléréséhez, mivel a legtöbb

anesztetikum negatív hatással van a kardiovaszkuláris rendszerre [23]. Ahhoz, hogy megfelelő folyadékterápiában részesüljön a páciens, fontos az alapos betegvizsgálat és perioperatív monitorozás a dehidráció, hypovolémia, vagy túlhidráltság felismerése végett. Dehidráció alatt intersticiális folyadékvesztést értünk, detektálása egyszerű fizikális vizsgálattal is megállapítható: szárazabb nyálkahártyák, csökkent bőrturgor, elhúzódó kapilláris telődési idő, orbitába süppedt szemek, valamint súlyos esetben hypovolémia tünetei is jelentkezhetnek. Hypovolémia az intravaszkuláris volumen csökkenése miatt következik be. Klinikai tünetei súlyosabb esetben az emelkedett szívfrekvencia, gyenge perifériás pulzus, halvány nyálkahártyák, elhúzódó kapilláris telődési idő, hideg végtagok, csökkent vizelettermelődés, alacsony testhőmérséklet és emelkedett légzésszám. A kardiovaszkuláris változások hátterében főként az idegrendszeri szimpatikus aktiváció áll, mely főként, az aortában és a sinus caroticusban elhelyezkedő baroreceptorok csökkent aktivitása miatt következik be. A szimpatikus tónus emelkedése következtében nő a szívfrekvencia, a szívizomkontraktilitás és a szisztémás érellenállás is. Aktiválódik a renin-angiotenzin-aldoszteron rendszer is, további vazokonstriktiót, valamint víz, nátrium és klorid visszatartást eredményezve, kompenzálva a hypovolémia miatti alacsony vérnyomást [25]. Egészséges vagy kompenzált szívbetegséggel rendelkező állatok általában jól tolerálják a 3-5 ml/kg sebességű infúziót az anesztézia során, a megfelelő perfúzió fenntartása érdekében, de nem kompenzált kardiovaszkuláris megbetegedésben, vagy mindenekelőtt krónikus volumen túlterheléssel járó betegségben szenvedő pácienseknél alacsonyabb, 2-3 ml/kg, sebességű infundálásra lehet szükség [23].

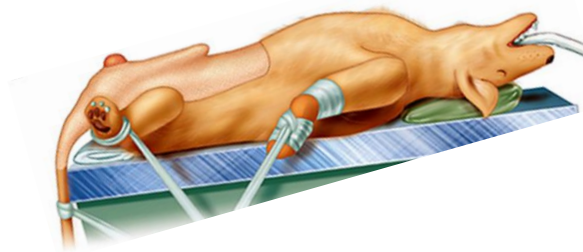
#### ***4.5.3 Testhőmérséklet***

Anesztézia során a legtöbb páciensnél bizonyos fokú testhőmérséklet csökkenés mindenképpen bekövetkezik, amelynek számtalan oka lehet. Ilyen többek között a legtöbb anesztetikum használata, amelyek a termoregulációs központ működését befolyásolják; a nagy testfelület-testtömeg arány; hideg felületekkel való érintkezés; friss gáz áramlás a légzőrendszerben; nyitott testüreg; hideg infúzió és hideg öblítőfolyadék (lavage) használata [23]. Enyhe hypotermiáról 38,49-36,5 °C közötti, közepesről 36,49-34,0 °C közötti, súlyosról 34,0 °C alatti testhőmérséklet esetén beszélhetünk [24]. Az alacsony testhőmérséklet kardiovaszkuláris hatása a csökkent perctérfogat, szívfrekvencia és ennek következtében alacsony vérnyomás, illetve a megnövekedett szisztémás érellenállás. Arról sem szabad megfeledkezni, hogy a hypotermia csökkenti az inhalációs anesztetikum szükségletet és a gyógyszerek metabolizmusát, így a megfelelő anesztéziához alacsonyabb dózissra lehet szükség a felhasznált készítményekből. Ezen hatásokból adódóan, főként a kardiovaszkuláris

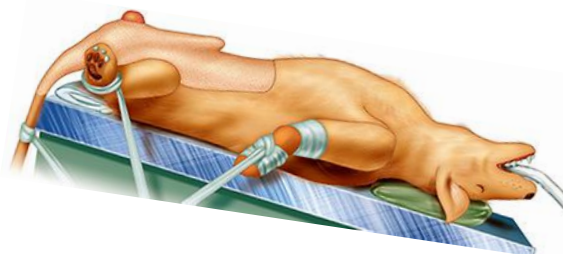
megbetegedéssel rendelkező pácienseknél, a hypotermia megelőzése nagy jelentőséggel bír a megfelelő vérnyomás fenntartásában [23].

#### **4.5.4 Testhelyzet**

A páciens pozicionálása a perioperatív időszakban jelentős hatással lehet a szívteljesítményre és ezáltal a vérnyomás alakulására. A végtagok szív síkja alá helyezése, például a végtagok túlfeszítésével, csökkentheti a vénás visszaáramlást a gravitáció hatása miatt, és ezáltal a szívteljesítményt is, amely alacsony vérnyomás kialakulásához is vezethet. Fejjel lefelé (Trendelenburg) vagy fejjel felfelé (fordított Trendelenburg) kialakított testhelyzet is jelentős kardiovaszkuláris változásokat eredményezhet anesztéziában részesülő betegeknél. Trendelenburg pozícióban csökkenni fog a vénás visszaáramlás a koponya felől a szív irányába, így növekedni fog az intrakraniális (koponyaűri) és intraokuláris (belső szem) nyomás is. Fejjel felfelé történő helyzetben ellenkező folyamatok mennek végbe és a belső szemnyomás, illetve koponyaűri nyomás csökkenni fog [24]. Az intrakraniális nyomás a szisztémás vérnyomás alakulása szempontjából is fontos tényező lehet, mivel befolyásolja az agyi véráramlást (CBF). Emelkedett koponyaűri nyomás esetén a CBF csökkenhet, melyre a szervezet vérnyomás növeléssel reagálhat [28].



**4. ábra: Fordított Trendelenburg pozíció [27].**



**5. ábra: Trendelenburg pozíció [27].**

## 5. Anyag és Módszer

Vizsgálatunk célja a vérnyomást érintő kardiovaszkuláris betegségben nem szenvedő társállatok perioperatív vérnyomásértékeinek mérése az Állatorvostudományi Egyetem Sebészeti és Szemészeti Tanszék és Klinikáján, meghatározott altatási protokoll és körülmények mellett. Továbbá vizsgáljuk az alkalmazott altatási protokoll vérnyomásra kifejtett hatását is.

### 5.1 Vizsgálatban résztvevő állatok

A 2021. június-augusztus között végzett mérések során 33 kutya vérnyomásértékeit rögzítettük. A vizsgált állatok közül 23 szuka és 10 kan. A kutyák 21 kutyafajta közé sorolhatóak: legtöbb a keverék (7 db), és francia bulldog (3 db). Az állatok testsúlya és életkora következőképpen alakult:

1. táblázat: A kutyák korának és testsúlyának alakulása.

|          | Átlag | Szórás | Minimum | Medián | Maximum |
|----------|-------|--------|---------|--------|---------|
| Kor      | 6,85  | 4,41   | 0,17    | 7      | 14      |
| Testsúly | 17,9  | 12,81  | 1,4     | 12     | 44      |

## 5.2 Adatrögzítés

Az adatok rögzítéséhez, egy általunk készített táblázatot használtunk fel, amelyben rögzítettük a kutyák törzsszámát, amellyel az egyetemi nyilvántartó rendszerben szerepelnek, fajtáját, életkorát, nemét, testsúlyát és test kondíciópontját (body condition score) 1-5-ig terjedő skála szerint, illetve a dehidráció mértékét is pontoztuk 0-5-ös skálán, az alábbi táblázat szerint [25]:

2. táblázat: Dehidrációs százalék pontozása [25].

|   |  |         |
|---|--|---------|
| 0 | Nincs észlelhető klinikai tünet.   | <5 %    |
| 1 | Enyhén csökkent bőrturgor és kissé száraz szájnyálkahártya.  | 5-6 %   |
| 2 | Jól látható bőrturgor csökkenés és száraz szájnyálkahártya. Kissé besüppedt szemek. Enyhén növekedett kapilláris telődési idő.         | 6-8 %   |
| 3 | Permanens bőrredő, kiszáradt szájnyálkahártya, besüppedt szemek. Hypovolemia tünetei (tachycardia, gyenge pulzus, hideg végtagok)      | 8-10 %  |
| 4 | Permanens bőrredő, kiszáradt szájnyálkahártya, besüppedt szemek. Hypovolemia és elfekvő állapot. Csökkent/ elmaradt vizelettermelődés. | 10-12 % |
| 5 | Sokk, moribund állapot.  | 12-15 % |

Feljegyeztük továbbá az általunk használt mandzsetta méretét és a mérés helyét is (bal mellső láb, jobb mellső láb, bal hátsó láb, jobb hátsó láb, faroktő). A mérések során rögzítettük az időpontot, a szisztolés, a diasztolés és a közép artériás vérnyomásértékeket, illetve a szívfrekvenciát. A műtét során teljes monitorozást végeztünk (pulzoximetria, kapnometria, vérnyomásmérés, testhőmérséklet mérés), továbbá feljegyeztük az esetleges komplikációkat, a műtétek időtartamát és a protokolltól eltérő anesztetikum használatot.

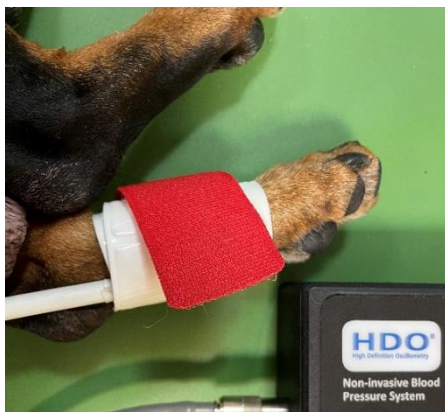
## 5.3 Mintavétel

A mintavételezést a műtéti előkészítőben kezdtük, miután az állatokról a szükséges adatokat már feljegyeztük. Az első mérést premedikáció előtt végeztük, már előre kiválasztott, megfelelő méretű vérnyomásmérő mandzsettával, amelyet valamely, általunk választott vérnyomásmérési helyre helyeztünk. A mandzsetták a perioperatív időszak során, az első

méréshez választott mérési helyen maradtak. Második mérésünket közvetlen a premedikáció és indukció után végeztük. Az első és második mérés közötti eltérést, főként a beadott anesztetikumok befolyásolják. A harmadik mérés közvetlen a sebészi manipuláció előtt történt, a műtéti térben, mely időpontig az állatok már elérték a sebészi anesztézia mélységet. A második és harmadik mérés közötti változások az anesztetikumok további hatásának tulajdoníthatóak. Negyedik mérésünket közvetlen a sebészi bemetszés után végeztük. A harmadik és negyedik mérés között jelentős különbséget, főként a nem megfelelő anesztézia mélység következtében kialakuló reakció miatt tapasztalhatnánk. A műtét során még további két mérést (5. és 6. mérés) végeztünk. Jól kivitelezett anesztézia során ezen értékek viszonylagos stabilitást mutatnak. Eltéréseket szintén a fájdalomra adott reakció, illetve a túl felületes anesztézia okozhat főként, egyéb komplikációtól mentes esetekben. Utolsó (7.) mérésünket az operáció befejezte után végeztük, még a műtőasztalon felületes anesztéziában az ébredési folyamat bevezető szakaszában.

#### **5.4 Vérnyomásmérés**

HDO oszcillometriás méréseinket VET HDO rendszerrel (VET HDO Monitor MD PRO TAB), a hagyományos oszcillometriás méréseinket, pedig a Dräger Primus altatógép egyedi mandzsettáival végeztük. A vérnyomásméréshez a kutyák lábszárkörméretének, illetve fark esetében, annak átmérőjének 30-40% -val megegyező szélességű mandzsettát választottunk a Dräger Primus altatógép és a HDO oszcillometriás vérnyomásmérő esetében is. A mandzsettákat az általunk választott mérési helynek megfelelő artéria felé helyeztük: hátulsó láb esetén az a. saphena lateralis, mellső láb esetén az a. mediana, farktő esetén pedig az a. coccygealis felett történt a mintavételezés.



**6. ábra: Mandzsetta hátsó lábon.**



**7. ábra: Mandzsetta mellső lábon.**

## ***5.5 Altatási protokoll***

A vizsgálatban szereplő kutyák altatásánál az Állatorvostudományi Egyetem Sebészeti és Szemészeti Klinikáján általánosan használt aneszteziológiai protokollt alkalmaztuk. A beavatkozás során törekedtünk a lehető legstresszmentesebb környezet kialakítására. Az állatokat méretüknek megfelelő vénakanüllel láttuk el. Premedikáció során intravénásan fentanilt (Fentanyl Kalceks 50 µg/ml oldatos injekció, Kalcex) adtunk 5 µg/ttkg dózisban, majd 3-5 perc elteltével, midazolammal (Dormicum 5 mg/ml oldatos injekció, Egis) folytattuk a sort 0,25 mg/ttkg dózisban. Ezen szereket továbbá intravénás mikro dózisú (0,5 mg/ttkg) ketaminnal (Calypsol 50 mg/ml oldatos injekció, Richter Gedeon) kombináltuk. Premedikáció előtt indokolt esetben preoxigenizációt végeztünk 100% oxigénnel, 4 liter/perc sebességgel. Az indukciót propofollal (az állat testtömegétől függően Propofol 1% (10 mg/ml) vagy 2% (20 mg/ml) MCT/LCT emulzió injekcióhoz vagy infúzióhoz, Fresenius) végeztük vénakanülön keresztül, melyet hatás szerint adagoltuk (kb. 5 mg/ttkg), az intratracheális tubus behelyezéséhez szükséges mélységű szedáció eléréséig. A kutyákat már előre előkészített és kiválasztott megfelelő méretű légsötubussal intubáltuk. Ezután a fenntartást izoflurán (Isoflutek 1000 mg/g folyadék inhalációs gőz képzéséhez A. U. V., Laboratorios Karizoo S. A.) párologtatóval ellátott félig zárt rendszerű légzőkörrel végeztük az előkészítőben. Perioperatív antibiotikumként intravénásan (22 mg/ttkg) cefazolint (Cefazolin Sandoz 1g por oldatos injekcióhoz vagy infúzióhoz, Novartis Sandoz) aplikáltunk. Ezt követően, a premedikációt kiegészítve, a m. supraspinatusba morfint (Morfina Cloridrato Monico 10 mg/1 ml belsőleges oldat, Monico SpA) injektáltunk 0,3 mg/ttkg dózisban. A műtét alatti anesztézia során Dräger Primus típusú altatógépet és félig zárt rendszerű légzőkört használtunk. Az operáció során az általános anesztézia mélységét izofluránnal (Isoflutek 1000 mg/g folyadék inhalációs gőz képzéséhez A. U. V., Laboratorios Karizoo S. A.) szabályoztuk. Az izoflurán koncentrációt igény szerint állítottuk be, melyhez 100% oxigént alkalmaztunk vivőgázként. A fenntartás kiegészítéseként fentanilt és ketamint tartalmazó fiziológiás sóoldatot kaptak a páciensek, cseppinfúzió formájában, infúziós pumpával. A cseppinfúzió 500 ml Salsol Fresenius oldatos infúzióban 600 µg fentanilt, illetve 60 mg ketamint tartalmazott, melyet a korábban említett készítmények felhasználásával készítettünk. Az aplikálás sebessége 3ml/kg/óra volt. Perioperatív folyadékterápia részeként az állatok Ringer Fresenius oldatos infúziót (10 ml/ttkg/h) kaptak. Az ébredési fázis során a légsötubus eltávolításáig 100%-os oxigén belélegzését biztosítottuk az állatoknak. Posztoperatív fájdalomcsillapítóként

meloxicam (Melovem 5mg/ml A. U. V. injekció, Dopharma) hatóanyagú injekciót adtunk bőr alá, 0,2 mg/ttkg dózisban.

## ***5.6 Statisztikai analízis***

Az egyes időszakok és a méréseink eredményének összefüggését egyszerű lineáris regresszióval és korreláció számítással elemeztük, 95%-os konfidencia intervallummal.

A statisztikák elkészítéséhez és az elemzésekhez Microsoft Office Excell 2016, és GraphPad Prism 9 statisztikai programot használtunk (GraphPad Prism 9.4.1).

Szignifikánsnak tekintettük az eredményeinket, ha a P érték kisebb volt, mint 0.05.



## 6. Eredmények

Az elemzéseink során a közép-, és a szisztolés artériás vérnyomásértékek alakulását vizsgáltuk, ezen értékek nagyobb gyakorlati jelentősége miatt. A kapott adatok a perioperatív időszak során 7 alkalommal végzett méréseink során a következőképpen alakultak:

3. táblázat: HDO-oszcillometriával mért vérnyomásértékek.

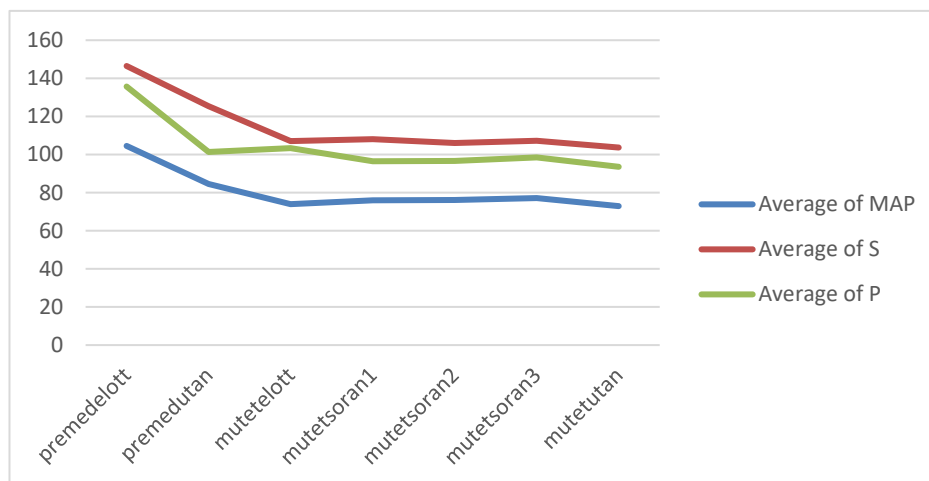
| SAP (MAP) | Átlag           | Medián     | $\pm SD$      |
|-----------|-----------------|------------|---------------|
| 1. mérés  | 147,61 (105,14) | 151 (107)  | 28,02 (19,59) |
| 2. mérés  | 126,29 (85,45)  | 120 (84)   | 25,0 (14,48)  |
| 3. mérés  | 118,51 (80,22)  | 117 (77)   | 24,75 (15,20) |
| 4. mérés  | 120,53 (82,58)  | 115 (81)   | 24,96 (15,70) |
| 5. mérés  | 115,80 (81,46)  | 116 (82)   | 19,24 (13,67) |
| 6. mérés  | 117,20 (84,71)  | 116,5 (84) | 23,72 (17,55) |
| 7. mérés  | 113,45 (79,09)  | 112 (79)   | 20,24 (14,17) |

4. táblázat: Hagományos oszcillometriával mért vérnyomásértékek (Dräger Primus altatógép).

| SAP (MAP) | Átlag         | Medián    | $\pm SD$      |
|-----------|---------------|-----------|---------------|
| 1. mérés  | 91,50 (75)    | 91,5 (75) | 7,77 (13)     |
| 2. mérés  | 93,67 (69,67) | 94 (69)   | 4,5 (3,30)    |
| 3. mérés  | 95,66 (67,6)  | 93 (74)   | 18,23 (14,36) |
| 4. mérés  | 95,56 (69,35) | 95 (76)   | 19,98 (18,28) |
| 5. mérés  | 96,09 (70,76) | 94 (76)   | 20,24 (17,69) |
| 6. mérés  | 96,75 (69,49) | 91 (76)   | 21,23 (19,95) |
| 7. mérés  | 93,59 (66,57) | 90 (75)   | 19,82 (16,59) |

A perioperatív időszak során, az első méréshez viszonyítva, a vérnyomásértékek (átlag és medián tekintetében) csökkenést, majd a műtét során viszonylagos stabilitást mutattak HDO-oszcillometriával mérve. Dräger Primus altatógép mandzsettával mérve a premedikáció előtt és a premedikáció után mért értékek között is csökkenés volt megfigyelhető, habár kisebb mértékű, így a mérési eredmények a perioperatív időszak során egységesebbek voltak. Ezzel a módszerrel azonban premedikáció előtti és utáni mérést csak 2 alkalommal volt lehetőségünk végezni, így ezen eredményekből reprezentatív statisztikai számítás és következtetés nem vonható le. Az átlag-, és a medián értékek sem csökkentek és nem is emelkedtek a perioperatív időszak során a fiziológiás érték alá, valamint felé.

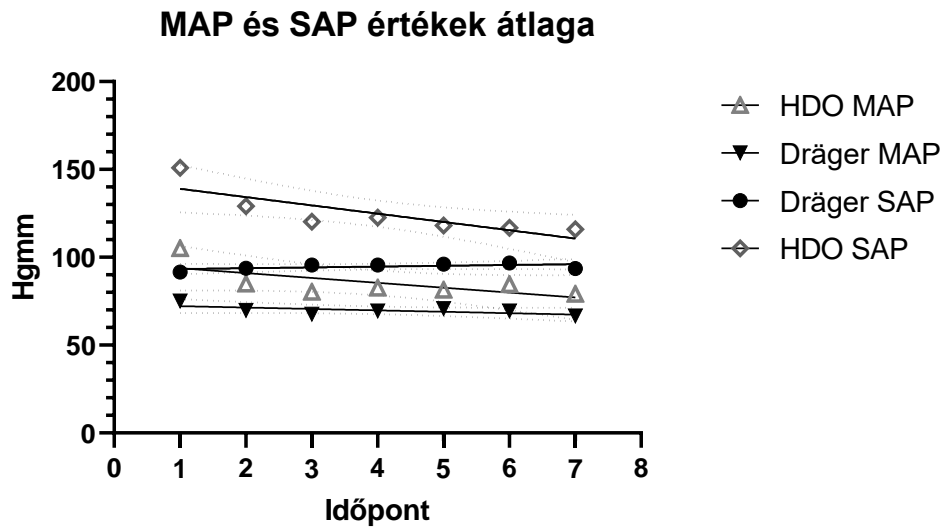
Statisztikai elemzésünk során az egyes mérések alatt kapott 3 vérnyomásértékből vont átlagértékeket vettük figyelembe és erre alapoztuk vizsgálatunkat és grafikai szemléltetésünket. A következő grafikonon mind a két típusú vérnyomásmérővel mért átlag MAP, SAP és pulzus értékek összesítve láthatóak a teljes perioperatív időszakra vonatkoztatva:



**8. ábra: MAP, SAP és pulzus átlagértékek alakulása a perioperatív időszak során. (Average = átlag).**

Az ábra szemlélteti az átlag vérnyomás és pulzus változásokat az altatott állapot időtartamában. Megfigyelhető az értékek csökkenése a premedikáció előtti méréstől az operáció utáni mérésig, továbbá, jelentős vérnyomásemelkedés vagy csökkenés sem látható ezen teljes periódus alatt.

Az alábbi grafikus ábrázolás mutatja, hogyan alakult az átlag SAP és MAP érték a méréseink során, az egyes vérnyomásmérők esetében, mérési helytől függetlenül:

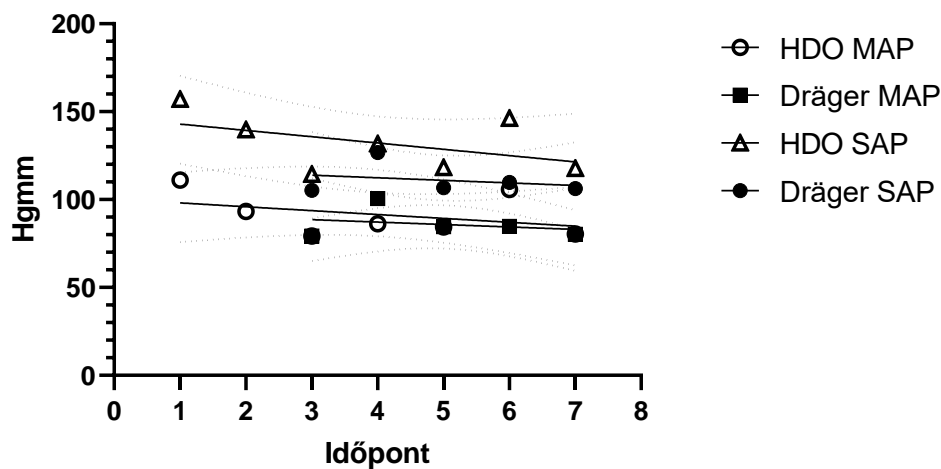


9. ábra: MAP és SAP átlagértékek függése a perioperatív időszaktól. (1=premedikáció előtt; 2=premedikáció után; 3=műtét előtt; 4=műtét során 1.; 5=műtét során 2.; 6=műtét során 3.; 7=műtét után).

A vérnyomásparaméterek és az altatási időszak összefüggését vizsgáltuk. Korrelációelemzésünk alapján összességében a HDO oszcillometriás eszközzel mért SAP érték mutatott szignifikáns összefüggést a perioperatív időszak különböző szakaszaival ( $P=0.023$ ).

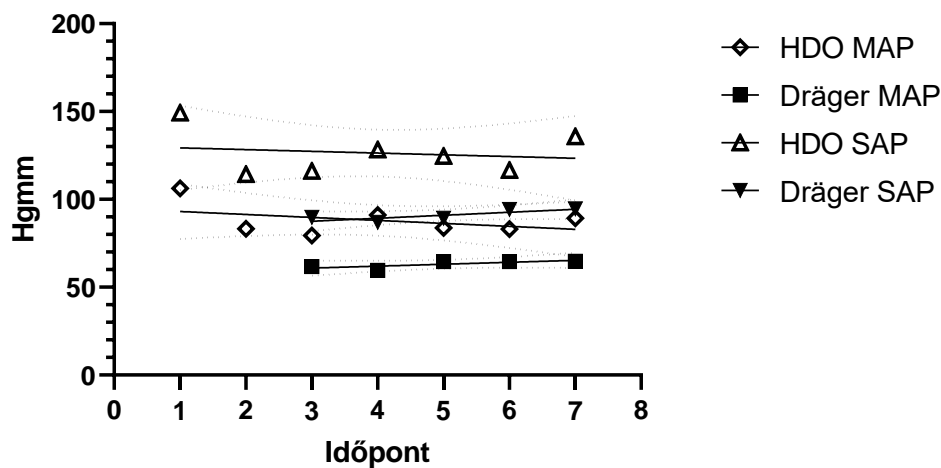
Vizsgáltuk továbbá az átlag SAP és MAP érték alakulását, kétféle vérnyomásmérővel külön-külön, mérési helytől függően is. Célunk volt az egyes végtagokon mért értékek összefüggésének vizsgálata a perioperatív időszakokkal. A jobb mellső, illetve a jobb hátsó lábon mért átlagértékek nem mutattak szignifikáns korrelációt a perioperatív időszak különböző pontjaival ( $P > 0.05$ ) egyik mérőmódszer esetében sem. Eredményeinket az alábbi ábra mutatja:

### Jobb mellső láb



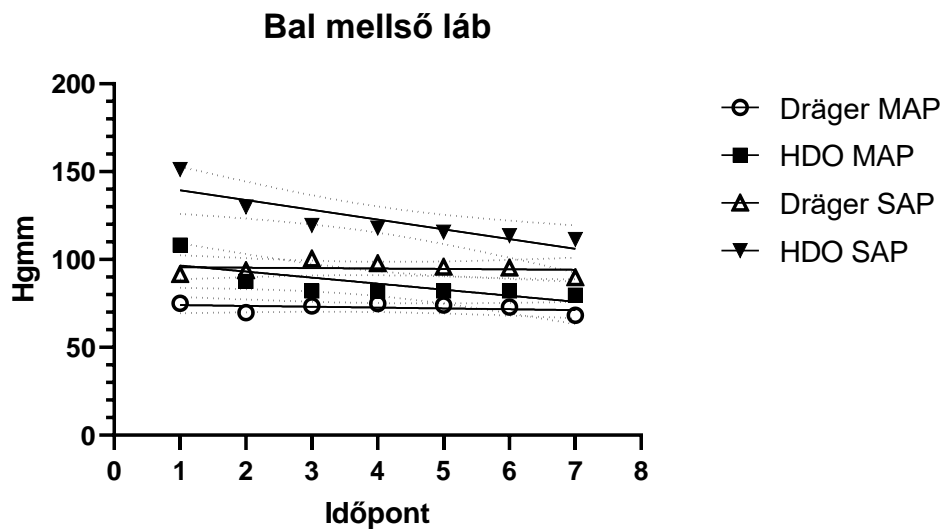
10. ábra: MAP és SAP átlagértékek függése a perioperatív időszakról a jobb mellső lábon. (1=premedikáció előtt; 2= premedikáció után; 3=műtét előtt; 4=műtét során 1.; 5=műtét során 2.; 6=műtét során 3.; 7=műtét után).

### Jobb hátsó láb

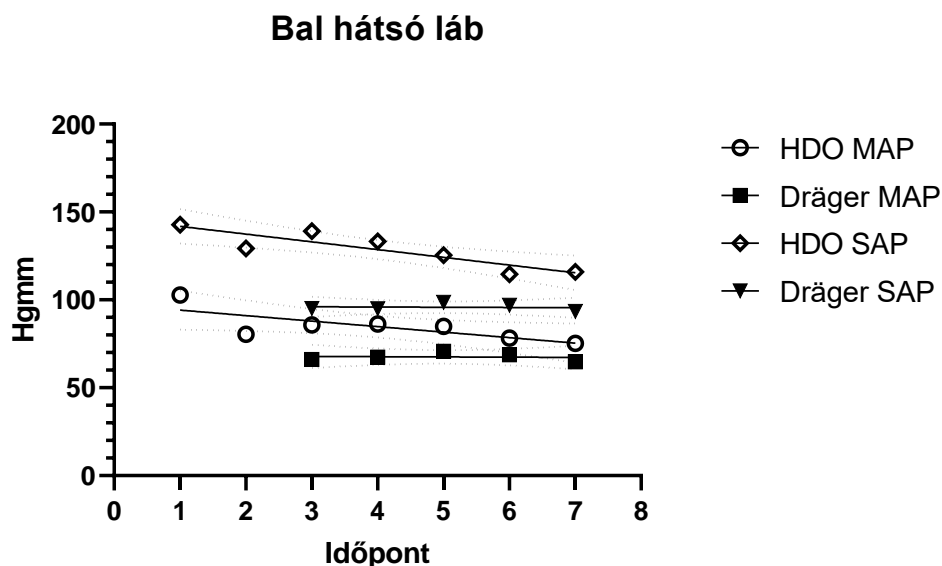


11. ábra: MAP és SAP átlagértékek függése a perioperatív időszakról a jobb hátsó lábon. (1=premedikáció előtt; 2= premedikáció után; 3=műtét előtt; 4=műtét során 1.; 5=műtét során 2.; 6=műtét során 3.; 7=műtét után).

Ábrázoltuk emellett a baloldali végtagokon kapott eredményeket is. Ezen grafikonokon szintén az adott végtagon mért értékeknek a perioperatív időszakokkal alkotott összefüggését ábrázoltuk. A bal mellső lábon mért SAP és a bal hátsó lábon kapott SAP és MAP átlagértékek HDO oszcillometriával mérve szignifikáns korrelációt mutattak a mérési időszakokkal (P= 0.012; P= 0.008, P= 0.047).

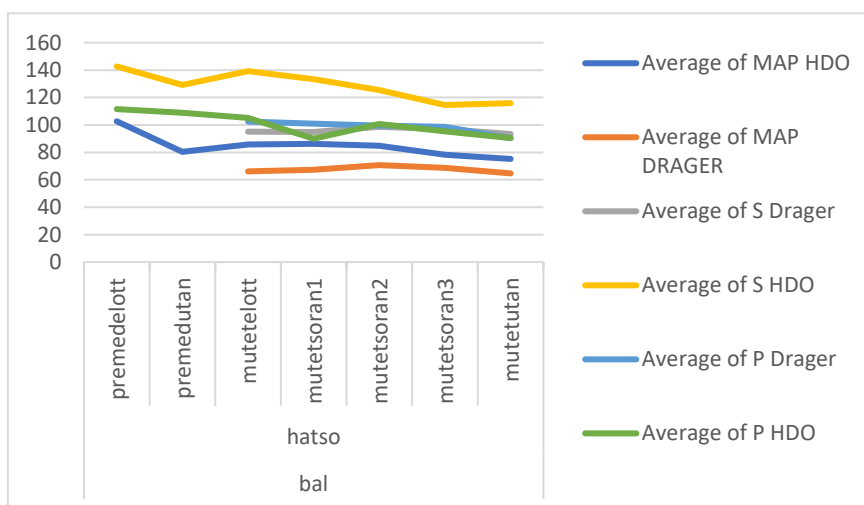


12. ábra: MAP és SAP átlagértékek függése a perioperatív időszaktól a bal mellső lábon. (1=premedikáció előtt; 2= premedikáció után; 3=műtét előtt; 4=műtét során 1.; 5=műtét során 2.; 6=műtét során 3.; 7=műtét után).

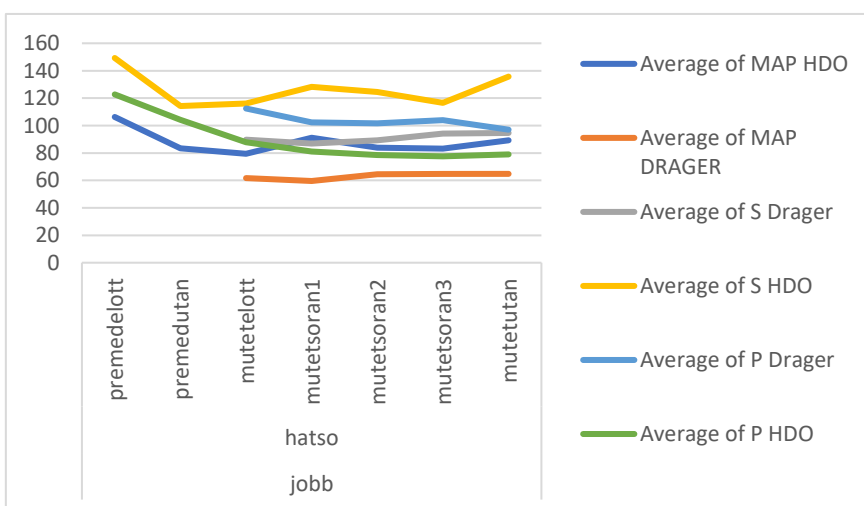


13. ábra: MAP és SAP átlagértékek függése a perioperatív időszaktól a bal hátsó lábon. (1=premedikáció előtt; 2= premedikáció után; 3=műtét előtt; 4=műtét során 1.; 5=műtét során 2.; 6=műtét során 3.; 7=műtét után).

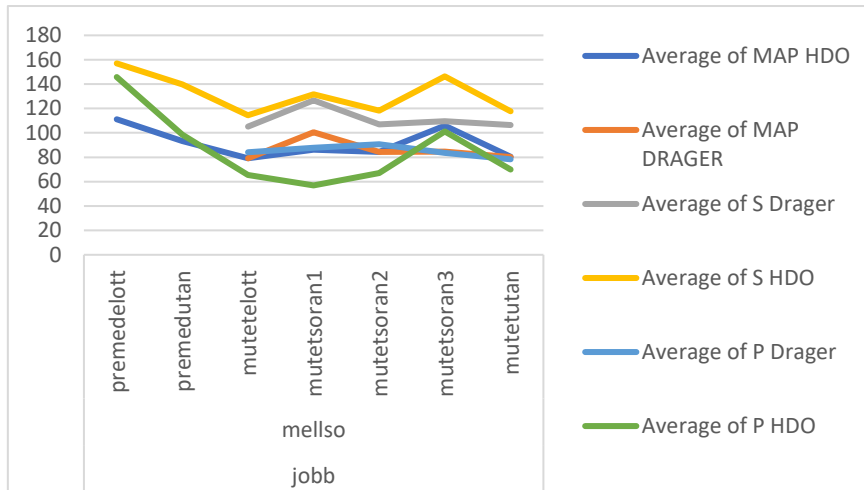
Grafikonon ábrázoltuk továbbá, hogyan alakultak mérési helyenként az átlag MAP, SAP és pulzus értékek a perioperatív időszak során, hogy láttassuk és összehasonlítsuk az egyes mérési metódusokat, folyamatábraként vizsgáljuk az anesztézia ideje alatt történt változásokat. A mért értékekben kiugró szignifikáns eltéréseket ezen grafikonok alapján, csak a bal mellső lábon Dräger altatógéppel premedikáció előtt és után mért pulzus értékben láthatunk, mely valószínű mérési hiba eredménye, ugyanis ezen időszakok során ezzel a metódussal csak két alkalommal tudtunk vérnyomást mérni, amely azonban nem volt eredményesen analizálható.



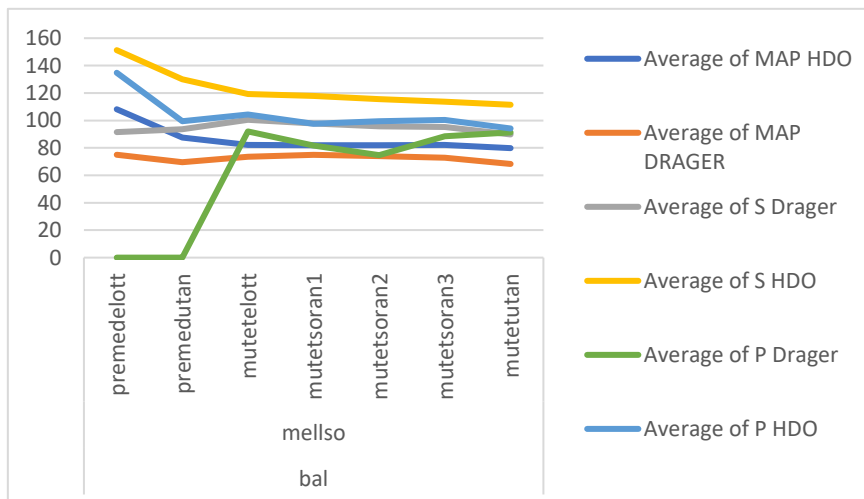
14. ábra: SAP, MAP és pulzus átlagértékek alakulása a perioperatív időszak során a bal hátsó lábon. (Average= átlag).



15. ábra: SAP, MAP és pulzus átlagértékek alakulása a perioperatív időszak során a jobb hátsó lábon. (Average= átlag).

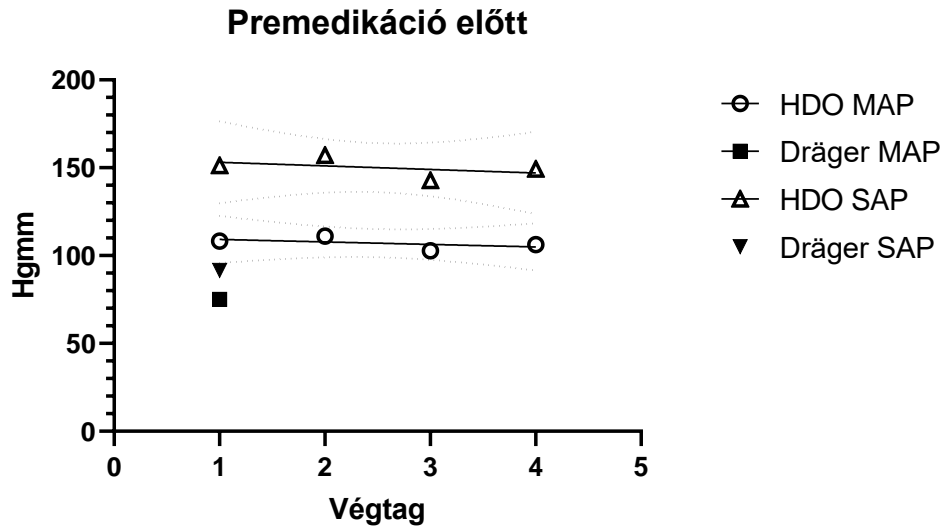


14. ábra: SAP, MAP és pulzus átlagértékek alakulása a perioperatív időszak során a jobb mellső lábon. (Average= átlag).

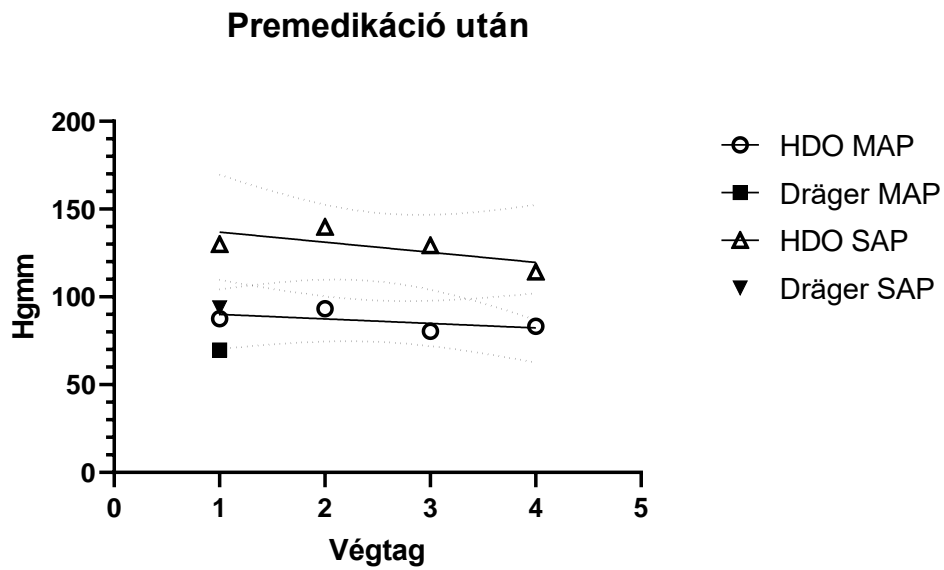


17. ábra: SAP, MAP és pulzus átlagértékek alakulása a perioperatív időszak során a bal mellső lábon. (Average= átlag).

Végül összehasonlítottuk a különböző mérési helyeken kapott eredményeinket is vérnyomásmérő típusától függően. Célunk a vérnyomásértékek mérési helytől függésének vizsgálata volt a különböző perioperatív időszakokban. A különböző végtagokon kapott átlagértékek nem mutattak szignifikáns korrelációt az adott végtaggal (a  $P > 0.05$  minden időszakban). A kapott adatokat az alábbi ábrák mutatják be:



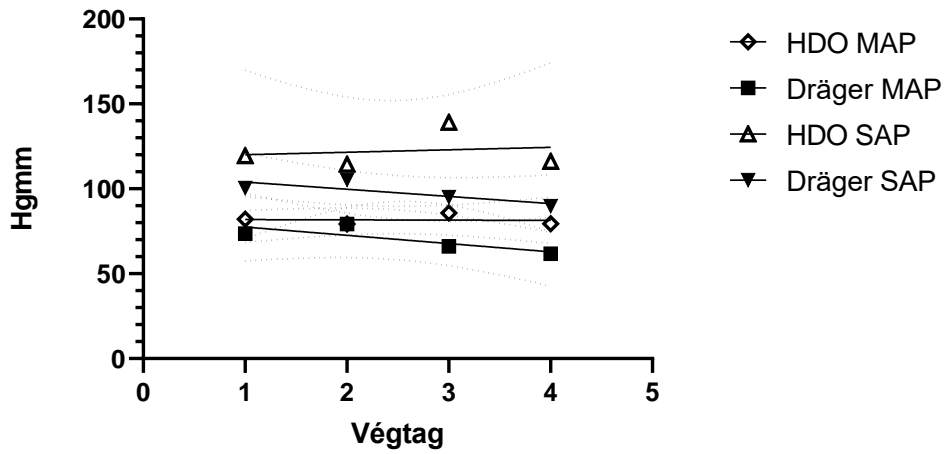
18. ábra: SAP és MAP átlagértékek függése a mérési helytől a premedikáció előtt. (1=bal mellső láb; 2=jobb mellső láb; 3=bal hátsó láb; 4=jobb hátsó láb).



19. ábra: SAP és MAP átlagértékek függése a mérési helytől a premedikáció után. (1=bal mellső láb; 2=jobb mellső láb; 3=bal hátsó láb; 4=jobb hátsó láb).

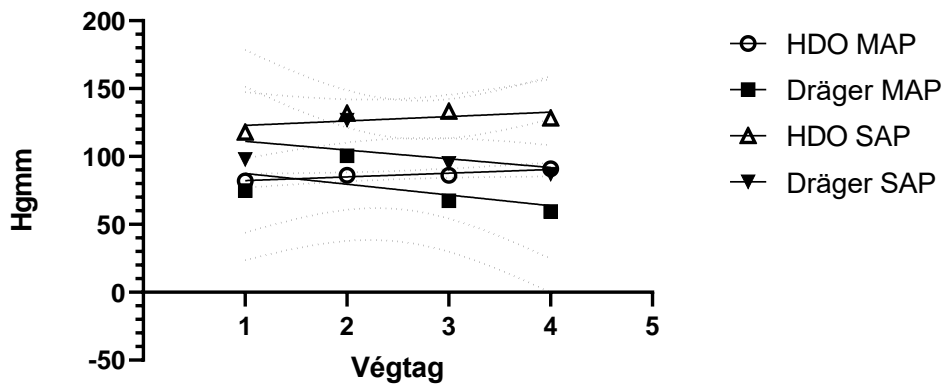


### Műtét előtt



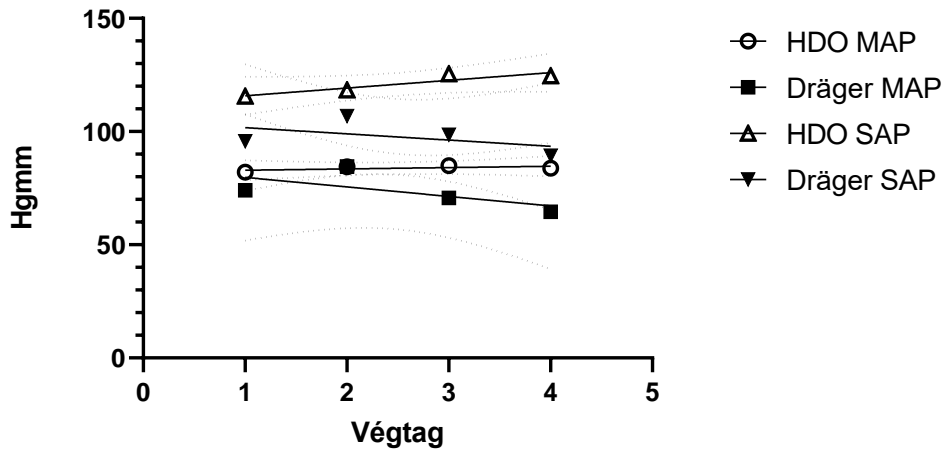
20. ábra: SAP és MAP átlagértékek függése a mérési helytől a műtét előtt. (1=bal mellső láb; 2=jobb mellső láb; 3=bal hátsó láb; 4=jobb hátsó láb).

### Műtét során 1



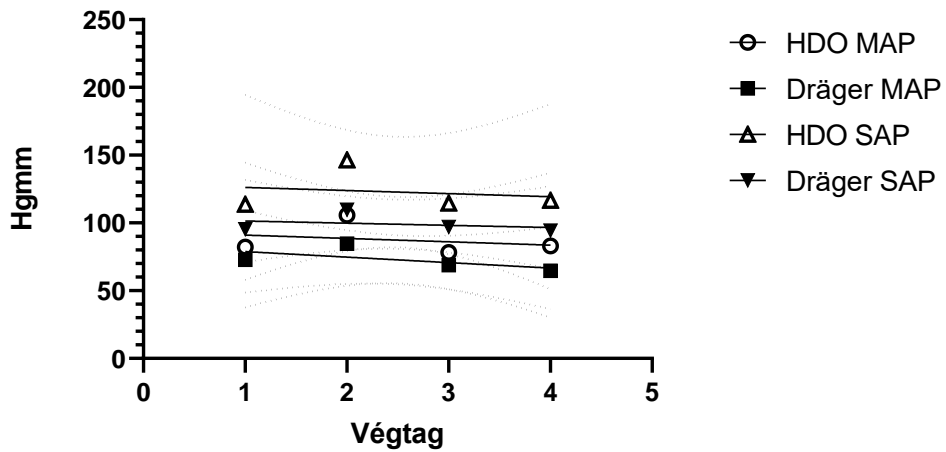
20. ábra: SAP és MAP átlagértékek függése a mérési helytől a műtét alatti első mérési időpontban. (1=bal mellső láb; 2=jobb mellső láb; 3=bal hátsó láb; 4=jobb hátsó láb).

### Műtét során 2



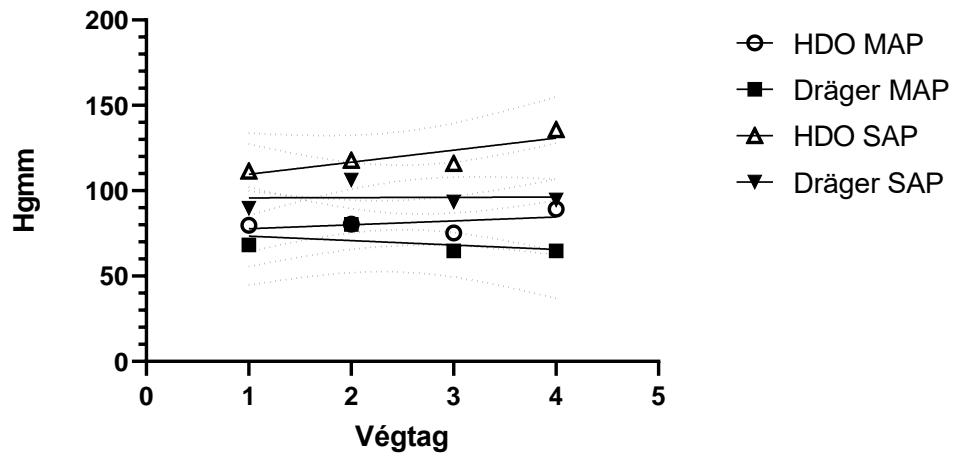
21. ábra: SAP és MAP átlagértékek függése a mérési helytől a műtét alatti második mérési időpontban. (1=bal mellső láb; 2=jobb mellső láb; 3=bal hátsó láb; 4=jobb hátsó láb).

### Műtét során 3



22. ábra: SAP és MAP átlagértékek függése a mérési helytől a műtét alatti harmadik mérési időpontban. (1=bal mellső láb; 2=jobb mellső láb; 3=bal hátsó láb; 4=jobb hátsó láb).

### Műtét után



23. ábra: SAP és MAP átlagértékek függése a mérési helytől a műtét után. (1=bal mellső láb; 2=jobb mellső láb; 3=bal hátsó láb; 4=jobb hátsó láb).

## 7. Megbeszélés

A vizsgálatunk során a perioperatív vérnyomásváltozások megfigyelése volt a célunk, az Állatorvostudományi Egyetem Kisállatklinikáján alkalmazott anesztézia protokoll mellett. Ezenfelül összehasonlítottuk a klinikai körülmények között általunk használt két típusú oszcillometriás vérnyomásmérő értékeit. Sajnos az egyes módszerek pontosságára irányuló vizsgálatot jelenleg nem tudunk az Állatorvostudományi Egyetem Kisállatklinikáján végezni, az artériás vérnyomásmérő rendszer hiánya miatt. Elképzelésünk szerint eredményeinkből következtetést tudunk levonni, hogy van-e olyan kritikus pont, kardiológiai elváltozással nem terhelt, adott kondíciójú, nem dehidrált állat esetén, ahol kifejezett figyelemmel kell lennünk az anesztézia során gyakran bekövetkező vérnyomás csökkenésre, hogy ezen pontokon preventív jelleggel lépéseket tehesünk ellene, ezzel megelőzve a szöveti oxigénellátottság csökkenését.

A vizsgálatban résztvevő állatok felé kritériumként két dolgot támasztottunk: ne szenvedjenek ismert kardiovaszkuláris megbetegedéstől és preaneszteziológiai vizsgálatuk során negatív mellkas hallgatósági lelettel rendelkezzenek. Más tényezőkre nem szűrtük őket, mert a klinikán megforduló átlag kutyapopulációt szerettük volna elemezni. Az általunk vizsgált kutyák között (33) mindössze 2 egyed kapott 1-es pontot a dehidrációs%-ra, amely jelen esetben enyhe mértékű dehidrációt jelentett. Kondíciópontjuk 2,5-4 között volt, tehát jelentősen elhízott vagy kórosan lesoványodott állat sem fordult elő, így ezen paraméterek nem torzították az eredményeket.

HDO-oszcillometriával kapott eredményeink azt mutatják, hogy az általunk vizsgált betegek átlag vérnyomásértéke a perioperatív időszak során csökken. Szignifikáns eredményeket kaptunk az átlag vérnyomásértékeket vizsgálva a SAP érték és a mérési időszakok között, illetve bal hátsó lábán mért vérnyomás esetén a MAP átlagértékek tekintetében is. Ebből azt állapíthatjuk meg, hogy a klinikailag releváns szisztémás vérnyomásérték függ attól, az anesztézia folyamata során melyik időpontban rögzítjük, és hogy ezen folyamat során az értéke és változása megbízható klinikai paraméter, amely valós állapotot tükröz, így mérése fontos visszajelzést ad a szakembernek az altatás mélységéről, a kardiovaszkuláris rendszer depressziójának fokáról.

A mért vérnyomásértékek és a mérési hely összefüggését vizsgálva nem kaptunk szignifikáns eredményeket, ebből következik, hogy bármelyik végtagot is választjuk, nagy valószínűséggel nem fogja a mérésünk pontosságát befolyásolni. Ennek oka lehet, hogy ellentétben az éber

állatokon végzett indirekt vérnyomásméréssel, altatott állatoknál a mért értékeknek nem függenek a mérési helytől, sokkal inkább a végtag szívtől való helyzetétől, állandó mandzsettaméret mellett [38].

Amennyiben a vizsgált vérnyomás-értékeket az eltelt anesztézia idő függvényében vizsgáljuk, megállapíthatjuk, hogy a legjelentősebb csökkenés a premedikáció előtt és után mért értékek között jelentkezik, melyre magyarázatot ad az általunk használt anesztetikumok, főként a propofol, vérnyomáscsökkentő hatása [34]. Elmondhatjuk tehát, hogy jogos a felvetés, miszerint a propofolt lassan ajánlott applikálni, hiszen gyors beadása hirtelen és erős vérnyomáscsökkenést okozhat [34]. Csökkenést figyelhetünk meg továbbá a premedikáció után és a műtét előtti időszakban mért átlagértékek között, amely változás abból következhet, hogy inhalációs anesztetikumot, izofluránt, használtunk a sebészi anesztézia mélység eléréséhez [33]. Izoflurán esetén, figyelemmel kell lennünk a hatás szerinti adagolásra, hiszen magas térfogatszázalék használatakor erős vérnyomáscsökkentő hatása lehet, főképp sebészi manipuláció nélküli időszakokban.

A műtéti manipuláció több pontján felvett átlagértékekben nem figyelhetünk meg jelentős változást a tényleges sebészi beavatkozás alatt. Ez az eredmény megfelel az elvárásoknak, miszerint az alkalmazott protokollban, néhány egyedi varianciától eltekintve, nem figyelhető meg, főként fájdalomérzet indukálta, vérnyomás emelkedés, vagy a legtöbb esetben, a beavatkozás közbeni jelentős vérmennyiség vesztes miatti vérnyomásesés. Azokban az esetekben, ahol megnövekedett fájdalomérzet vagy felületesebb anesztézia okozhatta a változást, egyéb paraméterek (állkapocs tónus, légzésfrekvencia és amplitúdó, szemgolyó pozíció, pislogási reflex) alapján elkülönítettük a vérnyomás ingadozás okait. Vizsgálataink során 8 kutya kapott intraoperatív fentanil bólust (2,5µg/ttkg dózisban). A bólus beadást megelőzően meggyőződünk a kellő anesztézia mélységről. Ezután biztosak lehettünk abban, hogy fájdalomérzet okozhatta a műtét közbeni vérnyomásnövekedésüket, mely fentanil beadás után rendeződött, a fentanil indirekt vérnyomáscsökkentő hatása miatt [11]. Saját eseteinkben nem tapasztaltunk jelentős vérnyomáscsökkenést, vélhetően az alacsony fentanil dózis használata miatt, amely ajánlatosabb abban az esetben, ha ilyen típusú (bólus) beadást választunk.

Dräger Primus altatógép mandzsettával mérve a premedikáció előtti és utáni értékeket figyelmen kívül hagyva (elegendő mintaszám hiányában), hasonló stabilitást figyelhetünk meg a műtét során és után mért értékekben, azonban feltűnő, hogy az ezzel a módszerrel mért

vérnyomásértékek konstansan alacsonyabbak, mint a HDO-oszcillometriával mért értékek. A közeljövőben célszerű lenne a pontosság megítélésére irányuló vizsgálatokat végezni invazív vérnyomásmérési módszerrel kombinálva, mert habár a grafikonok azt mutatják, hogy Dräger vérnyomásmérővel mérve sem esett az átlagérték (MAP és SAP-ot illetően) a fiziológiás szint alá, bizonyos esetekben (például: nagy mennyiségű vérvesztéssel járó beavatkozások, vesebetegséggel rendelkező állatok, szepszis veszély esetén) kritikus fontosságú lenne a vérnyomásértékek pontos ismerete. Jelen vizsgálatban azonban elmondható, hogy ezen adott protokoll mellett, a vérnyomásmérésből adódó kockázat nem volt jelentős (beavatkozások nem jártak jelentős vérvesztéssel, műtét előtt és közbeni shockhatás nem érte az állatokat), azonban szükséges további kiegészítő kutatás ennek feltérképezésére. A két alkalmazott mérési módszer eredményeinek lefutása az ábrázolt görbén párhuzamos, amiből arra lehet következtetni, hogy annak ellenére, hogy vérnyomás abszolút-értékben ugyan van minimális eltérés, de a kiindulási pontban mért vérnyomásértékhez viszonyított változás iránya és amplitúdója azonos, vagyis mindkét eljárás megbízható a vérnyomás változás monitorozására.

Összességében elmondható, hogy kritikus pont az altatás során vérnyomás szempontjából a premedikáció folyamata. Az altatószerek adagolását követően kifejezett vérnyomásmérés tapasztalható, amely mértékét nagyban befolyásolhatják a felhasznált anesztetikumok és az adagolási sebesség. Ez alapján elmondható, hogy érdemes figyelmet fordítani, olyan altatószerek kiválasztására és adott esetre illesztett dózisuk meghatározására egy protokoll kialakítása során, amelyek csekély kardiovaszkuláris depresszív hatással bírnak (benzodiazepinek, opioidok alacsony dózisban [11,12]). Ellenkező esetben, pedig felkészülni az esetlegesen alacsony vagy ritkábban magas vérnyomás kialakulására, valamint kontrollálására. Figyelemmel kell lennünk az ebben az időszakban esetenként hirtelen bekövetkező testhőmérséklet csökkenésre is, amely vérnyomáscsökkentő hatása, szintén hozzáadódik a vérnyomást negatívan befolyásoló tényezőkhez. Vizsgálatunk során extrém hypo-, vagy hypertermiát nem tapasztaltunk. A perioperatív időszak éber szakaszára, majd a műtőben eltöltött idejére igaz, hogy a vérnyomást további ráhatások módosíthatják (ventilláció, testhőmérséklet változás, hidráltási állapot, testkondíció, stressz, fájdalomra való érzékenység, pozicionálás, műtét közbeni egyéb anesztetikum használat), mely helyzetek hatásának vizsgálatához magasabb esetszámra lenne szükség a reprezentatív eredményekhez, vagy kifejezetten egy tényező hatását lenne szükséges csak vizsgálni, valamint olyan eseteket kiválasztani, amelyeken megfigyelhetjük az adott tényező okozta változásokat. Így ezek a faktorok számítanak a vizsgálatunk limitáló tényezőinek. Ezen vizsgálat azonban jó kiindulási

alapot adhat a további kiterjesztett kutatásoknak, amelybe direkt vérnyomásmérést, hőmérsékleti tényezőket, műtéti idő hosszát, beavatkozás standardizálását, mechanikai ventiláció paramétereit lehetne bevonni.

## 8. Összefoglalás

A perioperatív időszak során kiemelt jelentőségű a vérnyomásértékek meghatározása, azonban pontos monitorozása nagy kihívást jelenthet a mai modern rendszerekkel is, hiszen a vérnyomásértékek alakulását számos tényező befolyásolhatja, ezzel együtt a mérés pontosságát is. Ezen körülmények egyenkénti vizsgálata azonban meghaladná ezen szakdolgozat terjedelmét, így fő célunk az Állatorvostudományi Egyetem Kisállat Klinikáján használt alap anesztézia protokoll melletti változások megfigyelése és az itt használatos vérnyomásmérő eszközök összehasonlítása volt.

A kísérlethez 33 kardiovaszkuláris megbetegedéssel nem rendelkező, nem súlyos dehidrációban nem szenvedő átlagos kondíciójú kutyát választottunk. A vérnyomásértékeket 7 alkalommal rögzítettük a perioperatív időszakban (premedikáció előtt, premedikáció után, műtét előtt, műtét során 3 alkalommal és műtét után) HDO-oszcillometriás és hagyományos oszcillometriás (Dräger Primus altatógép) rendszerrel.

A műtéti anesztézia folyamán premedikációként fentanilt, midazolamot, ketamint, az indukció során pedig propofolt alkalmaztunk intravénásan, majd izomba adott morfinnal egészítettük ki a palettát, a fájdalomcsillíró hatás meghosszabbítása érdekében. Perioperatív antibiotikumként cefazolint applikáltunk intravénásan. Inhalációs anesztetikumot, izofluránt, alkalmaztunk a megfelelő anesztézia mélység fenntartására.

Adatainkat a Microsoft Office Excell 2016, és GraphPad Prism 9 (GraphPad Prism 9.4.1) statisztikai programmal elemeztük. Eredményeink mutatják, hogy a vérnyomásértékek a perioperatív időszak előrehaladtával csökkennek. A legnagyobb mértékű csökkenést premedikáció és indukció után figyelhetjük meg, utána már csak enyhébb mértékű csökkenés következik be. A mérési hely nem volt szignifikáns hatással a mért értékekre. Elmondhatjuk tehát, hogy az Állatorvostudományi Egyetem Kisállat Klinikáján alkalmazott adott anesztézia protokoll mellett a premedikáció és indukció van a legnagyobb hatással a perioperatív időszakban kialakult vérnyomásértékekre, ha más tényezőt, amely erősen befolyásolhatja a vérnyomást, kiiktatni igyekszünk.



## 9. Summary

The determination of blood pressure values is of paramount importance during the perioperative period but accurate monitoring can be challenging even with today's modern systems, as many factors can influence the development of blood pressure values and with the accuracy of the measurement. However, it would be beyond the scope of this thesis to investigate these conditions individually so our main objective was to observe changes with the basic anaesthesia protocol used at the Small Animal Clinic of University of Veterinary Medicine Budapest and to compare the blood pressure measurement devices used there.

For the experiment, 33 dogs of average condition without cardiovascular disease and severe dehydration were selected. Blood pressure values were recorded 7 times in the perioperative period (premedication, post-medication, preoperatively, 3 times during surgery and postoperatively) using HDO oscillometry and conventional oscillometry (Dräger Primus anaesthesia machine).

During the surgical anaesthesia, fentanyl, midazolam, ketamine were used as premedication, and propofol was administered intravenously during induction, followed by morphine given intramuscularly to prolong the analgesic effect. Cefazolin was administered intravenously as a perioperative antibiotic. An inhalational anaesthetic, isoflurane, was used to maintain adequate depth of anaesthesia.

Data were analysed using Microsoft Office Excell 2016, and GraphPad Prism 9 (GraphPad Prism 9.4.1) statistical software. Our results show that blood pressure values decrease as the perioperative period progresses. The greatest decrease is observed after premedication and induction, after that only a slight decrease is observed. The measurement place had no significant effect on the measured values. We can therefore conclude that, under the particular anaesthetic protocol used at the Small Animal Clinic of the University of Veterinary Medicine Budapest, premedication and induction have the greatest effect on blood pressure values in the perioperative period, when other factors that may strongly influence blood pressure are eliminated.

## 10. Irodalomjegyzék

1. Stephenson RB (2020) Neural and Hormonal Control of Blood Pressure and Blood Volume. In: Klein BG (ed) Cunningham's Textbook of Veterinary Physiology, 6th ed. Elsevier, Missouri, pp 262–269
2. Stephenson RB (2020) Overview of Cardiovascular function. In: Klein BG (ed) Cunningham's Textbook of Veterinary Physiology, 6th ed. Elsevier, Missouri, pp 173-185
3. Gäbel G, Loeffler K (2013) Kreislaufsysteme und Gefäße. In: Gäbel G, Loeffler K (eds) Anatomie und Physiologie der Haustiere, 13th ed. Eugen Ulmer KG, Stuttgart, pp 174-186
4. Fonyó Attila (2011) A cardiovascularis szabályozás. In: Fonyó Attila (ed) Az orvosi élettan tankönyve, 5th ed. Medicina Könyvkiadó Zrt., Budapest, pp 263–281
5. Chalhoub S, Palma D (2017) Pathophysiology and Clinical Manifestations of Systemic Hypertension. In: Ettinger SJ, Feldman EC, Côté E (eds) Textbook of Veterinary Internal Medicine, 8th ed. Elsevier, Missouri, pp 659- 675
6. Greco DS, Petroff, BK (2020) Endocrine Glands and Their Function. In: Klein BG (ed) Cunningham's Textbook of Veterinary Physiology, 6th ed. Elsevier, Missouri pp 394-426.
7. Fonyó Attila (2011) A nátrium- és kálium kiválasztás hormonális szabályozása. In: Fonyó Attila (ed) Az orvosi élettan tankönyve, 5th ed. Medicina Könyvkiadó Zrt., Budapest, pp 333-340
8. Verlander JW (2020) Water Balance. In: Klein BG (ed) Cunningham's Textbook of Veterinary Physiology 6th ed. Elsevier, Missouri, pp 501-507.
9. Greco DS, Petroff BK (2020) The Endocrine System. In: Klein BG (ed) Cunningham's Textbook of Veterinary Physiology 6th ed. Elsevier, Missouri, pp 378-393
10. Stephenson RB (2020) Local Control of Blood Flow. In: Klein BG (ed) Cunningham's Textbook of Veterinary Physiology 6th ed. Elsevier, Missouri, pp 253-259
11. Kerr CL (2016) Pain management I: systemic analgesics. In: de Vries M, Duke-Novakovski T, Seymour C (eds) BSAVA Manual of Canine and Feline Anaesthesia and Analgesia 3th ed. British Small Animal Veterinary Association, Gloucester, pp 124-142

12. Murrell JC (2016) Pre-anaesthetic medication and sedation. In: de Vries M, Duke-Novakovski T, Seymour C (eds) BSAVA Manual of Canine and Feline Anaesthesia and Analgesia 3th ed. British Small Animal Veterinary Association, Gloucester, pp 170-189
13. Borgeat K, Robinson R (2016) Cardiovascular disease. In: de Vries M, Duke-Novakovski T, Seymour C (eds) BSAVA Manual of Canine and Feline Anaesthesia and Analgesia 3th ed. British Small Animal Veterinary Association, Gloucester, pp 283-313
14. Eberspracher-Schweda, E (2020) Medikamente. In: Eberspracher-Schweda, E (ed) AnästhesieSkills 2nd ed. Georg Thieme Gruppe, Stuttgart, pp 68-150
15. Epstein ME (2015) Opioids. In: Gaynor JS, Muir WW (eds) Handbook of Veterinary Pain Management 3th ed. Elsevier, Missouri, pp 161-195
16. Kästner SBR (2016) Injectable anaesthetics. In: de Vries M, Duke-Novakovski T, Seymour C (eds) BSAVA Manual of Canine and Feline Anaesthesia and Analgesia 3th ed. British Small Animal Veterinary Association, Gloucester, pp 190-206
17. Pang DSJ (2016) Inhalant anaesthetic agents. In: de Vries M, Duke-Novakovski T, Seymour C (eds) BSAVA Manual of Canine and Feline Anaesthesia and Analgesia 3th ed. British Small Animal Veterinary Association, Gloucester, pp 207-213
18. Machado ML, Soares JHN, Pypendop BH, Henao-Guerrero N, Oliveira RLS (2022) Effect of fentanyl, with or without treatment of bradycardia, on the minimum alveolar concentration of isoflurane and cardiovascular function in dogs. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia* 49:26–35. <https://doi.org/10.1016/j.vaa.2021.09.001>
19. Oczenski W (2008) Nebenwirkungen der Beatmung. In: Andel H, Oczenski W, Werba A (eds) Atmen – Atemhilfen, Atemphysiologie und Beatmungstechnik 8th ed. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, pp 344-363
20. Hammond R, Murison PJ (2016) Automatic ventilators. In: de Vries M, Duke-Novakovski T, Seymour C (eds) BSAVA Manual of Canine and Feline Anaesthesia and Analgesia 3th ed. British Small Animal Veterinary Association, Gloucester, pp 65-76
21. Soares JHN, Braun C, Machado ML, Oliveira RL, Henao-Guerrero N, Countermash-Ott S, Allen IC, Grant DC, Giannella-Neto A (2021) Cardiovascular function, pulmonary gas exchange and tissue oxygenation in isoflurane-anesthetized, mechanically ventilated Beagle

dogs with four levels of positive end-expiratory pressure. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia* 48:324–333. <https://doi.org/10.1016/j.vaa.2021.01.007>

22. Ambrosio AM, Carvalho-Kamakura TPA, Ida KK, Varela B, Andrade FSRM, Facó LL, Fantoni DT (2017) Ventilation distribution assessed with electrical impedance tomography and the influence of tidal volume, recruitment and positive end-expiratory pressure in isoflurane-anesthetized dogs. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia* 44:254–263. <https://doi.org/10.1016/j.vaa.2016.06.003>

23. Congdon JM (2022) Cardiovascular disease. In: Johnson RA, Schroeder CA, Snyder LBC (eds) *Canine and Feline Anesthesia and Co-Existing Disease* 2nd ed. Wiley-Blackwell, Hoboken, pp 1-68

24. Mosing M (2016) General principles of perioperative care. In: de Vries M, Duke-Novakovski T, Seymour C (eds) *BSAVA Manual of Canine and Feline Anaesthesia and Analgesia* 3th ed. British Small Animal Veterinary Association, Gloucester, pp 13-23

25. Auckburally A (2016) Fluid therapy and blood transfusion. In: de Vries M, Duke-Novakovski T, Seymour C (eds) *BSAVA Manual of Canine and Feline Anaesthesia and Analgesia* 3th ed. British Small Animal Veterinary Association, Gloucester, pp 234-257

26. Väisänen MA-M, Valros AE, Hakaoja E, Raekallio MR, Vainio OM (2005) Pre-operative stress in dogs – a preliminary investigation of behavior and heart rate variability in healthy hospitalized dogs. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia* 32:158–167. <https://doi.org/10.1111/j.1467-2995.2005.00188.x>

27. Heishima T, Asano K, Ishigaki K, Yoshida O, Sakurai N, Terai K, Seki M, Teshima K, Tanaka S (2022) Perineal herniorrhaphy with pedunculated tunica vaginalis communis in dogs: Description of the technique and clinical case series. *Frontiers in Veterinary Science* 9: 931088. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.931088>

28. Otto KA (2015) Physiology, Pathophysiology, and Anesthetic Management of Patients with Neurologic Disease. In: Greene SA, Grimm KA, Lamont LA, Robertson SA, Tranquilli WJ (eds) *Veterinary Anesthesia and Analgesia* 5th ed. Wiley-Blackwell, Hoboken, pp 559-583

29. Höglund K, Hanås S, Carnabuci C, Ljungvall I, Tidholm A, Häggström J (2012) Blood Pressure, Heart Rate, and Urinary Catecholamines in Healthy Dogs Subjected to Different

Clinical Settings. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 26:1300–1308.  
<https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2012.00999.x>

30. Ramírez EY (2018) Blood pressure. In: Ramírez EY (ed) *Blood Pressure in Cats and Dogs A Clinical Manual* 1st ed. Grupo Asís Biomedia, Zaragoza, pp 13-33

31. Ramírez EY (2018) Blood pressure measurement techniques. In: Ramírez EY (ed) *Blood Pressure in Cats and Dogs A Clinical Manual* 1st ed. Grupo Asís Biomedia, Zaragoza, pp 66-82

32. Lewis O (1994) Stephen Hales and the measurement of blood pressure. *Journal of Human Hypertension* 8:865–871.

33. Iizuka T, Kamata M, Yanagawa M, Nishimura R (2013) Incidence of intraoperative hypotension during isoflurane-fentanyl and propofol-fentanyl anaesthesia in dogs. *The Veterinary Journal* 198:289–291. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2013.06.021>

34. Rögels H, Martínez-Taboada F (2021) Dose requirement and cardiopulmonary effects of diluted and undiluted propofol for induction of anaesthesia in dogs. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia* 48:247–251. <https://doi.org/10.1016/j.vaa.2020.10.008>

35. Lyberg M, Ljungvall I, Häggström J, Ahlund E, Pelander L (2021) Impact of equipment and handling on systolic blood pressure measurements in conscious dogs in an animal hospital environment. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 35:739–746.  
<https://doi.org/10.1111/jvim.16062>

36. Shih P-C, Lee C-H, Wang S-L (2021) Comparison of Simultaneous Measurements of Forelimb and Hindlimb Systolic Blood Pressure in Conscious Dogs. *Top Companion Anim Med* 42:100492. <https://doi.org/10.1016/j.tcam.2020.100492>

37. Schauvliege S (2016) Patient monitoring and monitoring equipment. In: de Vries M, Duke-Novakovski T, Seymour C (eds) *BSAVA Manual of Canine and Feline Anaesthesia and Analgesia* 3th ed. British Small Animal Veterinary Association, Gloucester, pp 77-96

38. Rondeau DA, Mackalonis ME, Hess RS (2013) Effect of body position on indirect measurement of systolic arterial blood pressure in dogs. *J Am Vet Med Assoc* 242:1523–1527.  
<https://doi.org/10.2460/javma.242.11.1523>

## **11. Köszönetnyilvánítás**

Köszönöm mindenkinek, aki valamilyen formában hozzájárult Szakdolgozatom elkészüléséhez.

Szeretnék külön köszönetet mondani a témavezetőmnek, dr. Simon Csillának, a folyamatos támogatásáért, türelméért és segítségéért.

Köszönettel tartozom a Sebészeti és Szemészeti Tanszék és Klinika dolgozóinak, akik segítségével nem valósulhattak volna meg vizsgálataink.

Köszönet illeti meg az állattulajdonosokat is, akik engedélyezték a mérések végrehajtását.

## 12. Mellékletek

### HuVetA ELHELYEZÉSI MEGÁLLAPODÁS ÉS SZERZŐI JOGI NYILATKOZAT\*

Név: BELEMEN REGINA  
Elérhetőség (e-mail cím): regina.belemen.2@gmail.com  
A feltöltendő mű címe: KUTYAIK PEDHOPERATIV VERUYOW AFVAH-TOZAFIAWAK  
VIZSGALATA OSZILLOMETRIAS VERUYOWAFIPEDEFI ETJADAKOKKA  
A mű megjelenési adatai: 2022. 12. 01.  
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 másolásvédett PDF formára konvertálja és szolgáltassa a fenti dokumentumot (beleértve annak kivonatát is).

Beleegyeznek, hogy a HuVetA egynél több (csak a HuVetA adminisztrátori 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),

1. melléklet: HuVetA nyilatkozat 1. oldal

## 2. melléklet: 1. melléklet: HuVetA nyilatkozat 2. oldal


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 törvénysértő módon visszaélne.

Budapest, 2022 év .....M.....hó .....nap

  
alíráás  
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, szolgáltassa, 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.*