



HAL
open science

Comparaison des mesures échographiques et tomodensitométriques du rapport jugulaire/carotide chez le chien : évolution au cours d'une anesthésie générale

Elsa Estoueigt

► To cite this version:

Elsa Estoueigt. Comparaison des mesures échographiques et tomodensitométriques du rapport jugulaire/carotide chez le chien : évolution au cours d'une anesthésie générale. Médecine vétérinaire et santé animale. 2021. dumas-03777720

HAL Id: dumas-03777720

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03777720v1>

Submitted on 15 Sep 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

ANNEE 2021 THESE : 2021 – TOU 3 – 4012

COMPARAISON DES MESURES ECHOGRAPHIQUES ET TOMODENSITOMETRIQUES DU RAPPORT JUGULAIRE / CAROTIDE CHEZ LE CHIEN –EVOLUTION AU COURS D’UNE ANESTHESIE GENERALE

THESE
pour obtenir le titre de
DOCTEUR VETERINAIRE

DIPLOME D’ETAT

*présentée et soutenue publiquement
devant l’Université Paul-Sabatier de Toulouse*

par

ELSA ESTOUEIGT

Directrice de thèse : Mme Géraldine JOURDAN

JURY

PRESIDENT :

M. Christian VIRENQUE

Professeur à l’Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESEURS :

Mme Géraldine JOURDAN

Maître de Conférences à l’Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

M. Giovanni MOGICATO

Professeur à l’Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

MEMBRE INVITEE :

Mme Cathy LAYSSOL-LAMOUR

Praticienne hospitalière à l’Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

**Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation
ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE TOULOUSE**

Directeur : Professeur Pierre SANS

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

- M. **BERTAGNOLI Stéphane**, *Pathologie infectieuse*
- M. **BOUSQUET-MELOU Alain**, *Pharmacologie – Thérapeutique*
- M. **BRUGERE Hubert**, *Hygiène et Industrie des aliments d'Origine animale*
- Mme **CHASTANT-MAILLARD Sylvie**, *Pathologie de la Reproduction*
- Mme **CLAUW Martine**, *Pharmacie-Toxicologie*
- M. **CONCORDET Didier**, *Mathématiques, Statistiques, Modélisation*
- M **DELVERDIER Maxence**, *Anatomie Pathologique*
- M. **ENJALBERT Francis**, *Alimentation*
- Mme **GAYRARD-TROY Véronique**, *Physiologie de la Reproduction, Endocrinologie*
- Mme **HAGEN-PICARD, Nicole**, *Pathologie de la reproduction*
- M. **MEYER Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- M. **PETIT Claude**, (Emérite) - *Pharmacie et Toxicologie*
- M. **SHELCHER François**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*
- Mme **TRUMEL Catherine**, *Biologie Médicale Animale et Comparée*

PROFESSEURS 1° CLASSE

- M. **BAILLY Jean-Denis**, *Hygiène et Industrie des aliments*
- Mme **BOURGES-ABELLA Nathalie**, *Histologie, Anatomie pathologique*
- Mme **CADIERGUES Marie-Christine**, *Dermatologie Vétérinaire*
- M. **DUCOS Alain**, *Zootchnie*
- M. **FOUCRAS Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- M **GUERIN Jean-Luc**, *Aviculture et pathologie aviaire*
- M. **JACQUIET Philippe**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
- Mme **LACROUX Caroline**, *Anatomie Pathologique, animaux d'élevage*
- Mme **LETRON-RAYMOND Isabelle**, *Anatomie pathologique*
- M **LEFEBVRE Hervé**, *Physiologie et Thérapeutique*
- M. **MAILLARD Renaud**, *Pathologie des Ruminants*

PROFESSEURS 2° CLASSE

- Mme **BOULLIER Séverine**, *Immunologie générale et médicale*
- Mme **DIQUELOU Armelle**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
- M. **GUERRE Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
- Mme **MEYNADIER Annabelle**, *Alimentation animale*
- M. **MOGICATO Giovanni**, *Anatomie, Imagerie médicale*
- Mme **PAUL Mathilde**, *Epidémiologie, gestion de la santé des élevages avicoles*
- M. **RABOISSON Didier**, *Médecine de population et Économie de la santé animale*

PROFESSEURS CERTIFIES DE L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE

- Mme **MICHAUD Françoise**, *Professeur d'Anglais*
- M **SEVERAC Benoît**, *Professeur d'Anglais*

MAITRES DE CONFERENCES HORS CLASSE

- M. **BERGONIER Dominique**, *Pathologie de la Reproduction*
Mme **CAMUS Christelle**, *Biologie cellulaire et moléculaire*
M. **JAEG Jean-Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
M. **LYAZRHI Faouzi**, *Statistiques biologiques et Mathématiques*
M. **MATHON Didier**, *Pathologie chirurgicale*
Mme **PALIERNE Sophie**, *Chirurgie des animaux de compagnie*
Mme **PRIYMENKO Nathalie**, *Alimentation*
M. **VOLMER Romain**, *Microbiologie et Infectiologie*

MAITRES DE CONFERENCES (classe normale)

- M. **ASIMUS Erik**, *Pathologie chirurgicale*
Mme **BRET Lydie**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*
Mme **BIBBAL Delphine**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
Mme **BOUHSIRA Emilie**, *Parasitologie, maladies parasitaires*
M. **CONCHOU Fabrice**, *Imagerie médicale*
M. **CORBIERE Fabien**, *Pathologie des ruminants*
Mme **DANIELS Hélène**, *Immunologie- Bactériologie-Pathologie infectieuse*
Mme **DAVID Laure**, *Hygiène et Industrie des aliments*
Mme **DEVIERS Alexandra**, *Anatomie-Imagerie*
M. **DIDIMO IMAZAKI Pedro**, *Hygiène et Industrie des aliments*
M. **DOUET Jean-Yves**, *Ophthalmologie vétérinaire et comparée*
Mme **FERRAN Aude**, *Physiologie*
Mme **GRANAT Fanny**, *Biologie médicale animale*
Mme **JOURDAN Géraldine**, *Anesthésie - Analgésie*
Mme **LALLEMAND Elodie**, *Chirurgie des Equidés*
Mme **LAVOUE Rachel**, *Médecine Interne*
M. **LE LOC'H Guillaume**, *Médecine zoologique et santé de la faune sauvage*
M. **LIENARD Emmanuel**, *Parasitologie et maladies parasitaires*
Mme **MEYNAUD-COLLARD Patricia**, *Pathologie Chirurgicale*
Mme **MILA Hanna**, *Elevage des carnivores domestiques*
M. **NOUVEL Laurent**, *Pathologie de la reproduction*
M. **VERGNE Timothée**, *Santé publique vétérinaire – Maladies animales règlementées*
Mme **WASET-SZKUTA Agnès**, *Production et pathologie porcine*

CHARGES D'ENSEIGNEMENT CONTRACTUELS

- M. **FERCHIOU Ahmed**, *Economie, production animale*,
M. **LEYNAUD Vincent**, *Médecine interne*
Mme **ROBIN Marie-Claire**, *Ophthalmologie*
Mme **SOUVESTRE Marie**, *Production et pathologie aviaire*
Mme **TOUSSAIN Marion**, *Pathologie des équidés*

ENSEIGNANT DE PREMIERE ANNEE COMMUNE AUX ETUDES VETERINAIRES

- Mme **GAUCHARD Cécile**, *Biologie-écologie-santé*

ASSISTANTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE CONTRACTUELS

- M **BESSIERE Pierre**, *Microbiologie infectiologie*
Mme **BLONDEL Margaux**, *Chirurgie des animaux de compagnie*
M. **CARTIAUX Benjamin**, *Anatomie-Imagerie médicale*
M. **COMBARROS-GARCIA Daniel**, *Dermatologie vétérinaire*
M. **GAIDE Nicolas**, *Histologie, Anatomie Pathologique*
M. **JOUSSERAND Nicolas**, *Médecine interne des animaux de compagnie*
M. **LESUEUR Jérémy**, *Gestion de la santé des ruminants – Médecine collective de précision*
M. **TOUITOU Florian**, *Alimentation animale*

REMERCIEMENTS

Que soit ici exprimée toute ma reconnaissance à

Monsieur le Professeur Christian VIRENQUE,

Professeur des Universités Paul Sabatier de Toulouse, praticien hospitalier, Anesthésiologie,

Qui nous fait l'honneur d'accepter la présidence du jury de cette thèse.

Hommages respectueux

Madame le Docteur Géraldine JOURDAN,

Maître de conférences de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, Anesthésie-Réanimation,

Pour son soutien et son accompagnement tout au long de ces travaux et cette année. Pour sa bienveillance, sa gentillesse et ses nombreux conseils tout au long de cette thèse.

Remerciements très chaleureux.

Monsieur le Professeur Giovanni MOGICATO,

Professeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, Anatomie-Imagerie médicale,

Qui a très aimablement accepté de faire partie de mon jury de thèse.

Sincères remerciements.

Enfin, j'adresse mes remerciements et toute ma sympathie à

Madame le Docteur Cathy Layssol-Lamour,

Praticien hospitalier à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, Imagerie Médicale,

Pour son aide considérable à l'aboutissement de cette thèse, sa patience et sa grande disponibilité.

Remerciements très chaleureux.

TABLES DES MATIERES

TABLES DES MATIERES	6
LISTE DES FIGURES.....	11
LISTE DES TABLEAUX	14
LISTE DES ANNEXES	15
LISTE DES ABBREVIATIONS	16
LISTE DES NOTATIONS.....	17
INTRODUCTION	18
PARTIE 1 : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE.....	20
I. VEINE JUGULAIRE EXTERNE ET ARTERE CAROTIDE COMMUNE.....	20
A. ANATOMIE ET TOPOGRAPHIE	20
1. Artère carotide commune	20
2. Veine jugulaire externe	21
B. ASPECT ECHOGRAPHIQUE.....	22
C. ASPECT TOMODENSITOMETRIQUE	23
II. REGULATION NEURO-HORMONALE DE LA PRESSION ARTERIELLE	24
A. RAPPELS PHYSIOLOGIQUES	25
B. A COURT TERME.....	25
1. Système nerveux autonome.....	25
a) Baroréflexe	27
b) Chémoréflexe	28
c) Catécholamines	28

C.	A MOYEN TERME (Hall, Hall 2020)	29
1.	Système rénine-angiotensine-aldostérone	29
2.	Hormone anti-diurétique ou vasopressine	30
III.	MESURE DE LA PRESSION ARTERIELLE	31
A.	METHODE INVASIVE	31
B.	METHODES NON INVASIVES.....	31
1.	Méthode Doppler	32
2.	Méthode oscillométrique	32
IV.	UTILISATION DE DE L'ECHOGRAPHIE DANS L'APPROCHE DES VAISSEAUX ET DE LEUR VARIATION EN LIEN AVEC LE STATUT VOLEMIQUE ET LA PRESSION ARTERIELLE CHEZ L'HOMME ET CHEZ LE CHIEN : REVUE DE LA LITTERATURE	34
A.	Efficacité de la mesure échographique du diamètre de la veine cave caudale comme une estimation de la pression veineuse centrale chez l'homme (Ciozda et al. 2015)	34
1.	Matériels et méthodes	34
2.	Résultats	35
3.	Discussion	35
4.	Conclusion	35
B.	Mesure échographique du rapport VCC/Ao après un don du sang chez le chien (Cambournac et al. 2018).....	36
1.	Matériels et méthodes	36
2.	Résultats	36
3.	Discussion	38
4.	Conclusion	38
C.	Corrélation entre le rapport VCC/Ao et la variation de pression artérielle systolique chez le chien (Meneghini et al. 2016).....	38

1. Matériels et méthodes	39
2. Résultats	39
3. Discussion	40
4. Conclusion	40
PARTIE 2 : ETUDE EXPERIMENTALE	42
I. OBJECTIFS	42
II. FAISABILITE DE LA METHODE ECHOGRAPHIQUE DANS LA MESURE DES DIAMETRES ET DES SURFACES DE LA JUGULAIRE ET DE LA CAROTIDE CHEZ LE CHIEN ANESTHESIE	42
A. MATERIELS ET METHODES	42
1. Population étudiée	42
a) Critères d'inclusion	42
b) Critères d'exclusion	43
2. Déroulement de la procédure	43
3. Obtention des images tomodensitométriques et échographiques	43
a) Images tomodensitométriques	43
b) Images échographiques.....	44
4. Traitement des images tomodensitométriques et échographiques.....	45
a) Mesures tomodensitométriques.....	45
b) Mesures échographiques	46
5. Statistiques et traitement des données	47
B. RESULTATS.....	49
1. Données démographiques	49
2. Comparaison des diamètres et surfaces tomodensitométriques	50

3.	Comparaison des mesures échographique et tomodensitométrie	50
c)	Diamètres des vaisseaux étudiés	50
d)	Surface des vaisseaux étudiés	52
e)	Bilan	52
4.	Variabilité intra-opérateur des mesures de surface des vaisseaux obtenues par une méthode échographique (opérateur 1)	52
5.	Variabilité inter-opérateurs des mesures de surface des vaisseaux obtenues par une méthode échographique (Opérateurs 1 et 2)	54
III.	EVOLUTION ECHOGRAPHIQUE DU RAPPORT JUGULAIRE/CAROTIDE EN LIEN AVEC LA PRESSION ARTERIELLE AU COURS D'UNE ANESTHESIE GENERALE CHEZ LE CHIEN : ETUDE PILOTE	58
A.	MATERIELS ET METHODES	58
1.	Population étudiée	58
a)	Critères d'inclusion	58
b)	Critères d'exclusion	58
2.	Déroulement de la procédure	58
3.	Procédure anesthésique.....	60
4.	Mesure de la pression artérielle non invasive.....	60
5.	Obtention des images échographiques.....	61
6.	Traitement des images échographiques	61
7.	Statistiques et analyse des données	62
B.	RESULTATS.....	62
1.	Données démographiques	62
2.	Considérations anesthésiques.....	63
a)	Protocole anesthésique.....	63

b) Durée d'anesthésie.....	64
3. Evolution du rapport jugulaire/carotide au cours de l'anesthésie en lien avec la pression artérielle non invasive	64
a) Evolution du rapport jugulaire/carotide au cours de l'anesthésie.....	64
a) Evolution de la pression artérielle moyenne au cours de l'anesthésie.....	66
b) Corrélation du rapport jugulaire/carotide à la pression artérielle moyenne.....	68
PARTIE 3 : DISCUSSION	70
BIBLIOGRAPHIE.....	74
ANNEXES.....	77

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 : COUPE TRANSVERSALE DU COU D'UN CHIEN (AU NIVEAU DE LA 4 ^{EME} VERTEBRE CERVICALE. VUE CAUDALE) (BARONE 2011).	20
FIGURE 2 : VEINES DU COU DU CHIEN (VUE VENTRALE) (BARONE 2011)	21
FIGURE 3 : IMAGE ECHOGRAPHIQUE DE LA JUGULAIRE EXTERNE (1) ET DE LA CAROTIDE COMMUNE (2) EN COUPE TRANSVERSALE. SOURCE : EE - ECHOGRAPHE MYLABONE ND	22
FIGURE 4 : IMAGE TOMODENSITOMETRIQUE DE LA JUGULAIRE EXTERNE (4) ET DE LA CAROTIDE COMMUNE (5) EN COUPE AXIALE AU NIVEAU DE LA 2 ^{EME} VERTEBRE CERVICALE (SCHWARZ, SAUNDERS 2011)	23
FIGURE 5 : SELECTION DES ETUDES SUR LA METHODE ECHOGRAPHIQUE DE LA VEINE CAVE CAUDALE EN LIEN AVEC LA PRESSION VEINEUSE CENTRALE ET CRITERES D'EXCLUSION.	34
FIGURE 6 : COMPARAISON DU DIAMETRE (EN CM) DE LA VCC, DE L'AO ET DU RATIO VCC/AO AVANT ET APRES UN DON DU SANG CHEZ LE CHIEN (N=12)	37
FIGURE 7 : ENSEMBLE DES MESURES DES DIAMETRES (EN CM) DE LA VCC, DE L'AO ET DU RATIO VCC/AO AVANT ET APRES UN DON DU SANG (N=12)	37
FIGURE 8 : CORRELATION ENTRE LE RATIO VCC/AO ET LA VARIATION DE PRESSION SYSTOLIQUE (N=14)	39
FIGURE 9 : POSITIONNEMENT DE LA SONDE ECHOGRAPHIQUE POUR OBTENIR UNE COUPE TRANSVERSALE DE LA JUGULAIRE EXTERNE ET DE LA CAROTIDE COMMUNE SUR UN CHIEN (POULSEN NAUTRUP ET AL. 2005)	44
FIGURE 10 : ECHOGRAPHE MYLABONE ND, EASOTE VETERINARY. SOURCE : EASOTE.COM.....	45
FIGURE 11 : DIAMETRE LUMINAL DE LA CAROTIDE D'UN CHIEN. SOURCE : EE - LOGICIEL MYLABDESK	46
FIGURE 12 : SURFACE LUMINALE DE LA CAROTIDE D'UN CHIEN. SOURCE : EE - LOGICIEL MYLABDESK	47
FIGURE 13 : DISTRIBUTION DU POIDS DES CHIENS DU GROUPE 1 (N=11) EN KG.....	49
FIGURE 14 : COMPARAISON DES SURFACES ET DES DIAMETRES DE LA VEINE JUGULAIRE EXTERNE OBTENUES AVEC UN EXAMEN TOMODENSITOMETRIQUE CHEZ LE CHIEN (N=11).....	51

FIGURE 15 : COMPARAISON DES SURFACES ET DES DIAMETRES DE L'ARTERE CAROTIDE COMMUNE OBTENUES AVEC UN EXAMEN TOMODENSITOMETRIQUE CHEZ LE CHIEN (N=11).....	51
FIGURE 16 : COMPARAISON DES DIAMETRES DE LA VEINE JUGULAIRE EXTERNE OBTENUS A L'ECHOGRAPHIE ET AU SCANNER CHEZ LE CHIEN ANESTHESIE (N=11)	51
FIGURE 17 : COMPARAISON DES DIAMETRES DE L'ARTERE CAROTIDE COMMUNE OBTENUS A L'ECHOGRAPHIE ET AU SCANNER CHEZ LE CHIEN ANESTHESIE (N=11)	51
FIGURE 18 : COMPARAISON DES SURFACES DE LA VEINE JUGULAIRE EXTERNE OBTENUES A L'ECHOGRAPHIE ET AU SCANNER CHEZ LE CHIEN ANESTHESIE (N=11)	53
FIGURE 19 : COMPARAISON DES SURFACES DE L'ARTERE CAROTIDE COMMUNE OBTENUES A L'ECHOGRAPHIE ET AU SCANNER CHEZ LE CHIEN ANESTHESIE (N=11)	53
FIGURE 20 : COMPARAISON INTRA-OPERATEUR DES SURFACES DE LA VEINE JUGULAIRE EXTERNE OBTENUES A L'ECHOGRAPHIE CHEZ LE CHIEN ANESTHESIE (N=11)	53
FIGURE 21 : COMPARAISON INTRA-OPERATEUR DES SURFACES DE L'ARTERE CAROTIDE COMMUNE OBTENUES A L'ECHOGRAPHIE CHEZ LE CHIEN ANESTHESIE (N=11)	53
FIGURE 22 : COMPARAISON DE LA SURFACE DE LA VEINE JUGULAIRE EXTERNE EN FONCTION DE L'OPERATEUR (N=11)	55
FIGURE 23 : COMPARAISON DE LA SURFACE DE L'ARTERE CAROTIDE COMMUNE EN FONCTION DE L'OPERATEUR (N=11).....	55
FIGURE 24 : COMPARAISON DES SURFACES ECHOGRAPHIQUES DE LA VEINE JUGULAIRE EXTERNE ENTRE 2 OPERATEURS CHEZ LE CHIEN ANESTHESIE (N=11).....	55
FIGURE 25 : COMPARAISON DES SURFACES ECHOGRAPHIQUES DE L'ARTERE CAROTIDE COMMUNE ENTRE 2 OPERATEURS CHEZ LE CHIEN ANESTHESIE (N=11).....	55
FIGURE 26 : DIFFERENCES DES SURFACES ECHOGRAPHIQUES ENTRE LES 2 OPERATEURS EN FONCTION DE LA MOYENNE DES SURFACES CHEZ LE CHIEN ANESTHESIE (BLAND-ALTMAN) (VEINE JUGULAIRE EXTERNE) (N=11)	57
FIGURE 27 : DIFFERENCES DES SURFACES ECHOGRAPHIQUES ENTRE LES 2 OPERATEURS EN FONCTION DE LA MOYENNE DES SURFACES CHEZ LE CHIEN ANESTHESIE (BLAND-ALTMAN) (ARTERE CAROTIDE COMMUNE) (N=11)	57
FIGURE 28 : DIFFERENCES DES SURFACES ENTRE LES 2 OPERATEURS EN FONCTION DE LA MOYENNE DES SURFACES CHEZ LE CHIEN ANESTHESIE (TRANSFORMATION LOGARITHMIQUE DE BLAND-ALTMAN) (ARTERE CAROTIDE COMMUNE) (N=11).....	57

FIGURE 29 : TEMPS DEFINIS DE RELEVÉ DE DONNÉES AU COURS DE L'ANESTHÉSIE CHEZ LE CHIEN	59
FIGURE 30 : MONITEUR IPM12VET-MINDRAY. SOURCE : MINDRAY.COM	61
FIGURE 31 : ÉVOLUTION DU RAPPORT JUGULAIRE/CAROTIDE OBTENU PAR UNE MÉTHODE ÉCHOGRAPHIQUE AU COURS DE L'ANESTHÉSIE CHEZ LE CHIEN (N=7)	65
FIGURE 32 : ÉVOLUTION DU RAPPORT JUGULAIRE/CAROTIDE OBTENU PAR UNE MÉTHODE ÉCHOGRAPHIQUE EN FONCTION DES TEMPS PRINCIPAUX DE L'ANESTHÉSIE CHEZ LE CHIEN (N=7)	65
FIGURE 33 : DIFFÉRENCE DES RAPPORTS ÉCHOGRAPHIQUES JUGULAIRE/CAROTIDE ENTRE LE DERNIER TEMPS AVANT LE RÉVEIL T2-X ET LE TEMPS VIGILE T0 (N=7)	65
FIGURE 34 : ÉVOLUTION DE LA DIFFÉRENCE DES ÉCHOGRAPHIQUES RAPPORTS JUGULAIRE/CAROTIDE ENTRE CHAQUE TEMPS (EXCEPTÉ T3) ET LE TEMPS VIGILE T0 (N=7).....	67
FIGURE 35 : DIFFÉRENCE DES RAPPORTS JUGULAIRE / CAROTIDE ENTRE LE RÉVEIL T3 ET LE DERNIER TEMPS AVANT LE RÉVEIL T2-X (N=7)	67
FIGURE 36 : ÉVOLUTION DE LA PRESSION ARTÉRIELLE MOYENNE (MM HG) AU COURS DE L'ANESTHÉSIE CHEZ LE CHIEN (N=7)	67
FIGURE 37 : ÉVOLUTION DE LA PRESSION ARTÉRIELLE MOYENNE (MM HG) EN FONCTION DES TEMPS ANESTHÉSIEUX PRINCIPAUX CHEZ LE CHIEN (N=7).....	69
FIGURE 38 : ÉVOLUTION DE LA DIFFÉRENCE DES PAM ENTRE CHAQUE TEMPS (AVANT LE RÉVEIL) ET LE TEMPS T1 (N=7)	69
FIGURE 39 : COMPARAISON DU RAPPORT ÉCHOGRAPHIQUE JUGULAIRE/CAROTIDE À LA PRESSION ARTÉRIELLE MOYENNE CHEZ LE CHIEN ANESTHÉSIE (N=1).....	69

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 : VALEURS DE PRESSION ARTERIELLE SYSTOLIQUE, DIASTOLIQUE ET MOYENNE (EN MM HG) CHEZ LE CHIEN SAIN ET VIGILE (ACIERNO ET AL. 2018).....	24
TABLEAU 2 : DONNEES RECOLTEES AUX DIFFERENTS TEMPS DEFINIS EN AMONT CHEZ UN CHIEN ANESTHESIE (N=7).....	59
TABLEAU 3 : PROTOCOLES ANESTHESIQUES DES CHIENS DU GROUPE 2 (N=7). LES DOSES SONT EXPRIMEES EN MG/KG.	63

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : RELEVÉ DE DONNÉES SUR 3 CLIPS ECHOGRAPHIQUES POUR CHAQUE VAISSEAU DU GROUPE 1 (N=11)	77
ANNEXE 2 : DIAMÈTRE LUMINAL DE LA VEINE JUGULAIRE EXTERNE A L'EXAMEN TOMODENSITOMETRIQUE POST-INJECTION CHEZ UN CHIEN ANESTHÉSIE. SOURCE : EE – LOGICIEL HOROS.....	78
ANNEXE 3 : SURFACE LUMINALE DE LA VEINE JUGULAIRE EXTERNE A L'EXAMEN TOMODENSITOMETRIQUE POST-INJECTION CHEZ UN CHIEN ANESTHÉSIE. SOURCE : EE – LOGICIEL HOROS	78
ANNEXE 4 : COMPARAISON DU RAPPORT JUGULAIRE/CAROTIDE A LA PRESSION ARTERIELLE MOYENNE (EN MMHG) CHEZ LE CHIEN ANESTHÉSIE POUR LES CAS 1 A 7 (N=7).....	79
ANNEXE 5 : SURFACES DES VAISSEAUX ETUDIÉS AU SCANNER EN FONCTION DE LA LATERALITÉ (COHORTE 1, N=11)	81

LISTE DES ABBREVIATIONS

AC : ARTHUR CHAUSSENDE

KG : KILOGRAMME

AO: AORTE

MG : MILLIGRAMME

ASA : AMERICAN SOCIETY OF ANESTHESIOLOGISTS

MHZ : MEGAHERTZ

AT1 : RECEPTEUR DE TYPE 1 DE L'ANGIOTENSINE

ML : MILLILITRE

AT2 : RECEPTEUR DE TYPE 2 DE L'ANGIOTENSINE

MM HG : MILLIMETRE DE MERCURE

CHUVAC : CENTRE HOSPITALIER UNIVERSITAIRE

MM² : MILLIMETRE CARRE

VETERINAIRE DES ANIMAUX DE COMPAGNIE

MN : MINUTE

CLL : CATHY LAYSSOL-LAMOUR

PA : PRESSION ARTERIELLE

CM : CENTIMÈTRE

PAD : PRESSION ARTERIELLE DIASTOLIQUE

CO2 : DIOXYDE DE CARBONE

PAM : PRESSION ARTERIELLE MOYENNE

C3 : VERTEBRE CERVICALE 3

PAS : PRESSION ARTERIELLE SYSTOLIQUE

DC : DEBIT CARDIAQUE

POCUS : POINT OF CARE ULTRASOUND

EE : ELSA ESTOUEIGT

PNI : PRESSION NON INVASIVE

ENVT : ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE

R : COEFFICIENT DE CORRELATION DE PEARSON

H : HEURE

RVS : RESISTANCE VASCULAIRE PERIPHERIQUE

H₂O : MOLECULE D'EAU

TIVA : TOTAL INTRAVENOUS ANESTHESIA

IV : INTRAVEINEUSE

VCC : VEINE CAVE CAUDALE

LISTE DES NOTATIONS

T0 : TEMPS CORRESPONDANT AU MOMENT OU L'ANIMAL EST VIGILE

T1 : TEMPS CORRESPONDANT A 10 MN APRES LA PREMEDICATION

T2 : TEMPS CORRESPONDANT A 30 MN APRES L'INDUCTION ET L'ANESTHESIE VOLATILE

T2-x : DERNIER TEMPS ANESTHESIQUE AVANT LE REVEIL (VARIABLE SELON LA DUREE D'ANESTHESIE DE CHAQUE INDIVIDU)

T3 : TEMPS CORRESPONDANT AU REVEIL (EXTUBATION) DU CHIEN

INTRODUCTION

En anesthésie-réanimation, de nombreux contextes, tels qu'une hypovolémie à l'origine d'une hypotension, nécessitent la mise en place d'une surveillance accrue au chevet du patient. Une hypovolémie peut être vraie, secondairement à une hémorragie par exemple, ou relative, par diminution de la résistance vasculaire périphérique comme en situation d'anesthésie générale. Cela résulte en une baisse du retour veineux donc du débit cardiaque, ce qui peut engendrer une hypotension.

La surveillance instrumentale hémodynamique est ainsi essentiel pour adapter le remplissage vasculaire et la thérapeutique pharmacologique dans le but d'optimiser la fonction cardiovasculaire. A ce jour, il existe plusieurs options afin de réaliser cette surveillance. Cela peut s'effectuer avec un suivi clinique simple, la mesure de la pression artérielle et de la pression veineuse centrale et d'autres méthodes plus complexes telles que la pression artérielle pulmonaire.

En pratique vétérinaire, il est nécessaire d'opter pour des outils pratiques, rapides et fiables afin d'obtenir un gain de temps sans altérer la qualité des mesures. De plus, les méthodes non invasives sont à privilégier dans une optique de bien-être animal.

Dans un contexte d'hypovolémie, étant à l'origine d'une hypotension, le suivi de la pression artérielle est essentiel et peut être réalisé avec des méthodes non invasives, telles que l'examen Doppler ou oscillométrique. En revanche, il existe peu de méthodes alternatives pour le suivi de la volémie, réalisé de manière invasive avec la pression veineuse centrale.

Des études pilotes visant à développer des méthodes non invasives ont été publiées. Le rapport échographique veine cave caudale / aorte est notamment décrit chez le chien (Cambournac et al. 2018). Cependant, l'accessibilité de ces vaisseaux à l'échographie dépend du gabarit du chien et s'avère difficile chez des chiens de grand format et pour des vétérinaires sans formation en imagerie médicale. L'approche de vaisseaux tels que la veine jugulaire externe et l'artère carotide commune est une option que nous avons envisagée.

Le but de cette étude pilote expérimentale est d'explorer la faisabilité d'une méthode échographique et de développer à terme un outil fiable et pratique, le rapport veine jugulaire externe / carotide commune pour le suivi de la volémie au cours d'une anesthésie générale chez le chien.

Pour cela, nous présenterons dans un premier temps les bases théoriques nécessaires à cette étude telles que l'anatomie des vaisseaux étudiés, le suivi d'un paramètre hémodynamique, la pression artérielle non invasive, puis les mécanismes de régulation de ce paramètre dans une échelle de temps correspondant à une anesthésie générale.

Nous ferons également un point bibliographique sur l'utilisation de de l'échographie dans l'approche des vaisseaux et de leur variation en lien avec le statut volémique et la pression artérielle chez l'homme et chez le chien.

La deuxième partie sera consacrée à la présentation de notre étude expérimentale, puis les résultats seront décrits et discutés à la lumière des données bibliographiques.

PARTIE 1 : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

I. VEINE JUGULAIRE EXTERNE ET ARTERE CAROTIDE COMMUNE

A. ANATOMIE ET TOPOGRAPHIE

1. Artère carotide commune

Chez le chien, les artères carotides communes naissent côte à côte sur le tronc brachio-céphalique, la gauche avant la droite. Elles sont satellites de la trachée et présentent de minimes différences de rapports entre les deux côtés, excepté dans leur portion thoracique en raison de leur mode d'origine. Elles émettent de nombreux rameaux et se terminent en deux branches : l'artère carotide interne, destinée au cerveau, la plus fine chez le chien et l'artère carotide externe, de plus gros diamètre (Barone 2011).

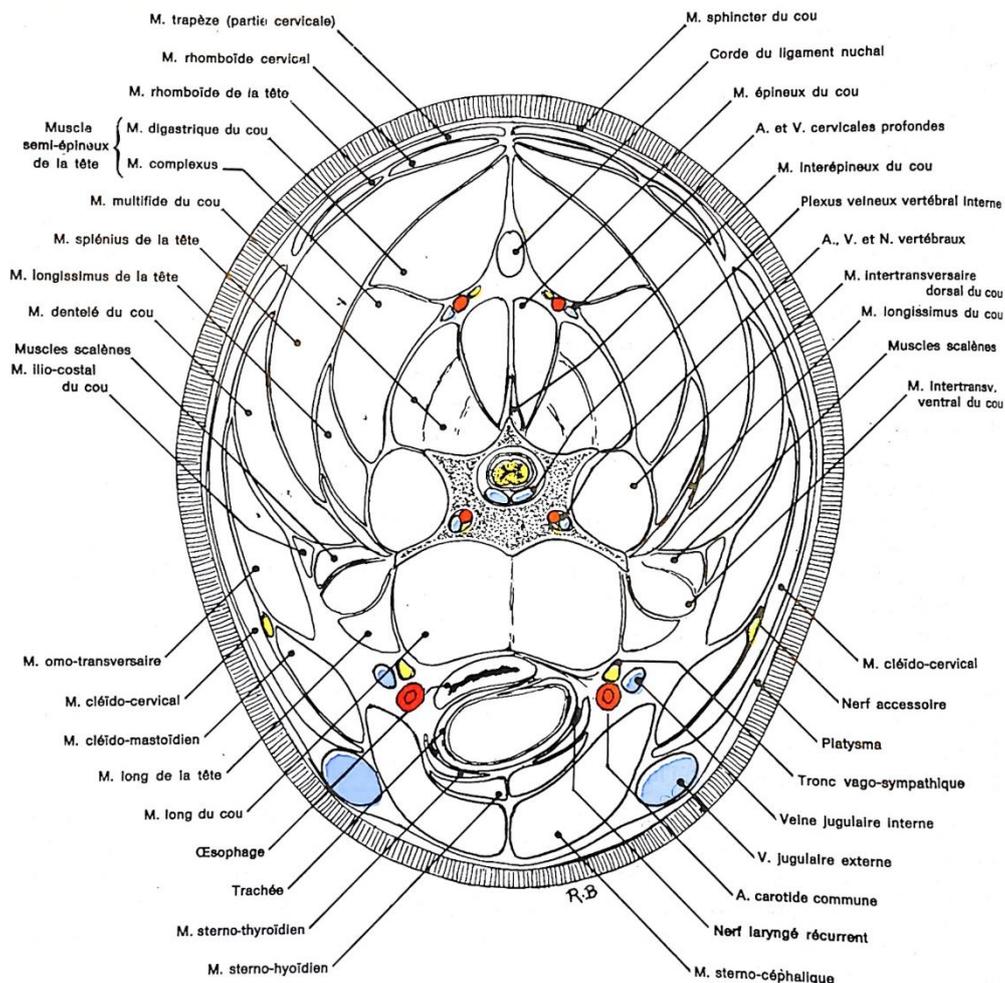


Figure 1 : Coupe transversale du cou d'un chien (au niveau de la 4ème vertèbre cervicale. Vue caudale) (Barone 2011).

2. Veine jugulaire externe

La veine jugulaire externe prend naissance aux environs du larynx, en situation latérale et superficielle, par la jonction de ses deux racines, linguo-faciale et rétromandibulaire. En région cervicale moyenne, elle se situe dans le sillon jugulaire directement sous le muscle peaucier, elle est donc facilement explorable et accessible chez un sujet vigile. Elle se termine en produisant la veine brachio-céphalique qui conflue avec celle du côté opposé pour former la veine cave crâniale.

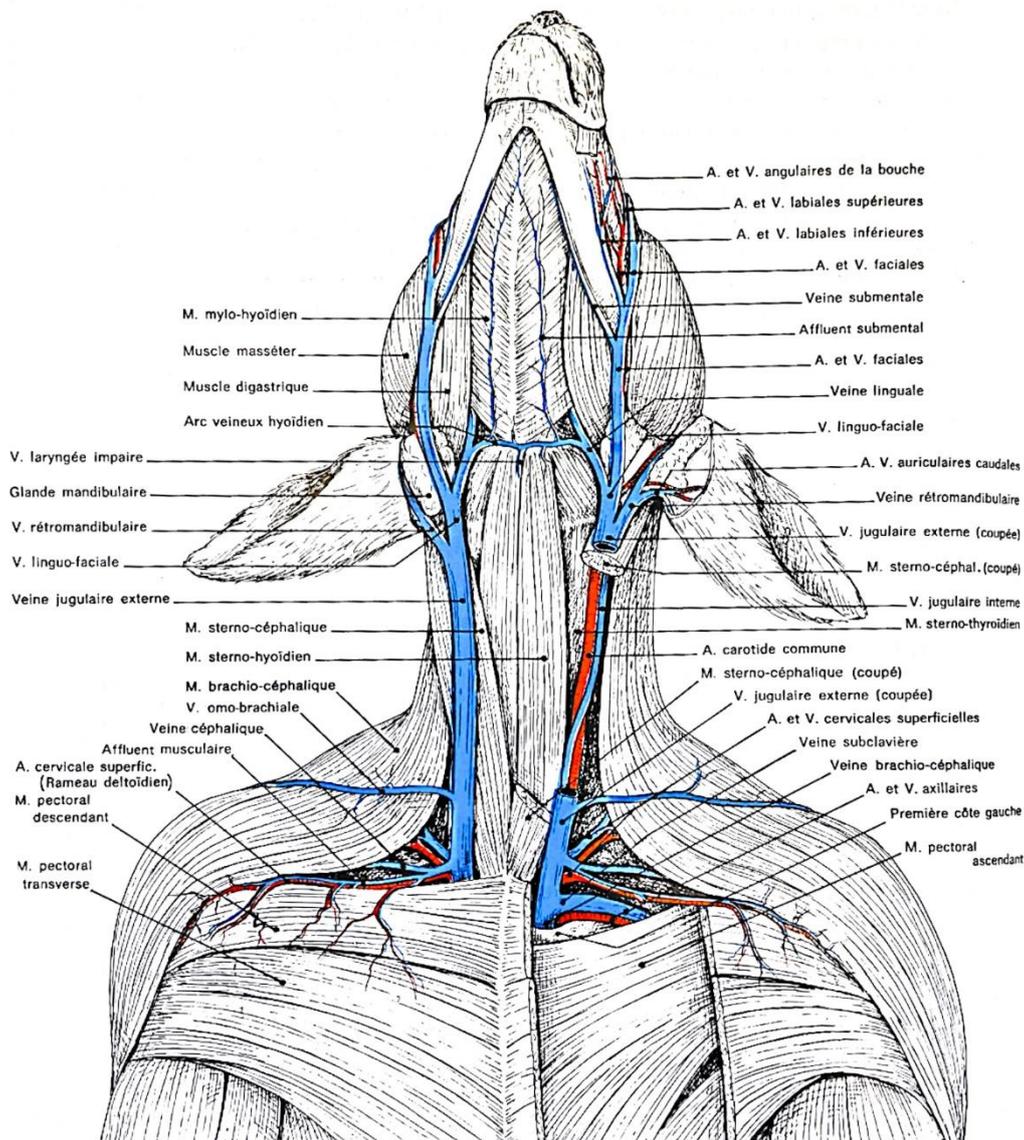


Figure 2 : Veines du cou du chien (vue ventrale) (Barone 2011)

B. ASPECT ECHOGRAPHIQUE

En mode bidimensionnel, la coupe transversale de l'artère carotide commune est obtenue avec la sonde échographique placée au milieu et de part et d'autre de la trachée, perpendiculairement à cette dernière. Elle est aisément identifiable par sa lumière anéchogène entourée de la paroi artérielle hyperéchogène. La coupe grand axe est obtenue en tournant la sonde de 90 degrés, mais est moins utilisée en routine. La bifurcation de cette artère en carotide interne et externe est difficile à mettre en évidence (Poulsen Nautrup et al. 2005).

La coupe transversale de la veine jugulaire externe s'obtient de la même manière que l'artère carotide commune et n'est habituellement pas visualisée car elle se collabe très facilement par la pression exercée par la sonde échographique. La bifurcation en veines linguo-faciale et rétromandibulaire est identifiable caudalement au larynx.

Le flux sanguin dans l'artère carotide commune est pulsatile et varie beaucoup en fonction du format du chien ; il est généralement bidirectionnel chez les chiens de grande taille et unidirectionnel chez les chiens de petit gabarit. Quant aux veines jugulaires externes, le flux sanguin est constant et pulsatile ; leur diamètre dépend davantage des contractions cardiaques et du cycle respiratoire.

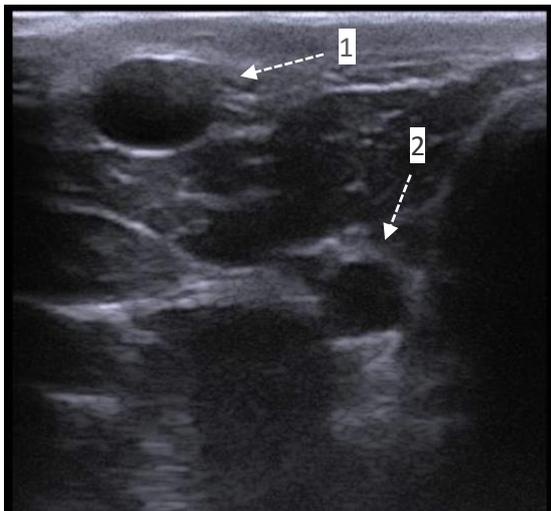


Figure 3 : Image échographique de la jugulaire externe (1) et de la carotide commune (2) en coupe transversale. Source : EE - échographe MyLabOne ND

C. ASPECT TOMODENSITOMETRIQUE

La visualisation des vaisseaux à l'examen tomodensitométrique est optimisée grâce à l'injection d'un produit de contraste par voie intraveineuse. Chez les carnivores domestiques, le cathéter intraveineux périphérique est communément placé dans une veine céphalique. Un produit de contraste, habituellement un agent iodé, à 300-400 mg d'Iode/mL, est injecté 1 à 3 minutes avant l'acquisition, à un volume de 2 mL/kg (Schwarz, Saunders 2011). Dans un premier temps, il est distribué au territoire artériel puis rejoint l'ensemble du circuit veineux. Sur les coupes, on peut alors identifier la lumière des vaisseaux et les reconnaître grâce à leur topographie.

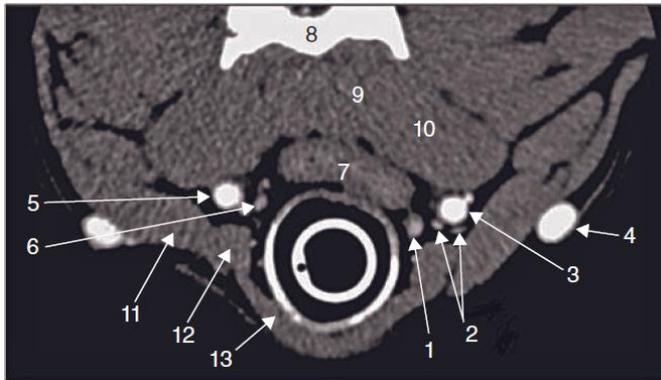


Figure 4 : Image tomodensitométrique de la jugulaire externe (4) et de la carotide commune (5) en coupe axiale au niveau de la 2^{ème} vertèbre cervicale (Schwarz, Saunders 2011)

1 = aspect crânial du lobe gauche de la thyroïde ; 2 = veine thyroïdienne crâniale gauche ; 3 = veine jugulaire interne gauche ; 4 = veine jugulaire externe gauche ; 5 = artère carotide commune droite ; 6 = artère thyroïdienne crâniale droite ; 7 = œsophage ; 8 = C2 ; 9 = muscle longus colli 10 = muscle longus capitis ; 11 = muscle sternocéphalique 12 = muscle sternothyroïdien ; 13 = muscle sternohyoïdien

II. REGULATION NEURO-HORMONALE DE LA PRESSION ARTERIELLE

Le maintien de la pression artérielle systémique dans les valeurs usuelles est régi par de nombreux mécanismes. Dans cette partie, nous détaillerons les mécanismes extrinsèques, qui sont déterminés par un contrôle neuro-hormonal. Par contraste, il existe des mécanismes intrinsèques qui agissent localement et sont propres à chaque tissu ou organe, afin de maintenir une perfusion adéquate des organes dits nobles tels que le cœur ou le cerveau.

Les mécanismes neuro-hormonaux contrôlent également la fréquence et la contractibilité cardiaque. Cela permet d'ajuster le débit cardiaque et donc de prodiguer un apport sanguin suffisant aux organes.

Nous distinguerons la régulation à court terme, sur une échelle de quelques secondes à minutes, de la régulation à moyen terme, prenant effet quelques minutes à plusieurs heures après. La régulation à court terme concerne principalement le cœur, les vaisseaux et la médullosurrénale. Celle à moyen terme concerne les vaisseaux et les reins dans leur rôle de régulation de la volémie. Ces deux échelles de temps, à court et moyen terme, sont retrouvées en situation d'anesthésie générale.

Measurement method	n	Systolic	Mean	Diastolic
DOGS:				
Intra-arterial:				
Anderson et al (1968) ¹⁹¹	28	144 ± 156	104 ± 13	81 ± 9
Cowgill et al (1983) ¹⁹²	21	148 ± 16	102 ± 9	87 ± 8
Chalifoux et al (1985) ¹⁹³	12	154 ± 31	115 ± 16	96 ± 12
Stepien et al (1999) ¹⁹⁴	27	154 ± 20	107 ± 11	84 ± 9
Oscillometry:				
Bodey and Michell ²⁰	1267	131 ± 20	97 ± 16	74 ± 15
Coulter et al (1984) ⁶	51	144 ± 27	110 ± 21	91 ± 20
Kallet et al, 1997 ⁵¹	14	137 ± 15	102 ± 12	82 ± 14
Stepien et al (1999) ¹⁹⁴	28	150 ± 20	108 ± 15	71 ± 18
Meurs et al (2000) ²³	22	136 ± 16	101 ± 11	81 ± 9
Hoglund et al (2012) ³⁶	89	139 ± 16		71 ± 13
Doppler ultrasonography:				
Chalifoux et al (1997) ¹⁹³	12	145 ± 23		
Stepien et al (1999) ¹⁹⁴	28	151 ± 27		
Rondeau et al (2013) ⁴⁶	51	147 ± 25		

Tableau 1 : Valeurs de pression artérielle systolique, diastolique et moyenne (en mm Hg) chez le chien sain et vigile (Acierno et al. 2018)

A. RAPPELS PHYSIOLOGIQUES

La pression artérielle représente la force du flux sanguin appliquée sur la paroi des vaisseaux. Elle est caractérisée par trois variables : la pression artérielle systolique (PAS), moyenne (PAM) et diastolique (PAD). La PAS et la PAD correspondent à des phases du cycle cardiaque, à savoir la systole et la diastole respectivement. La PAM se calcule à partir de la PAS et la PAD par la formule suivante :

$$PAM = \frac{PAS - PAD}{3} + PAD$$

Les déterminants cardiovasculaires de la pression artérielle sont le débit cardiaque (lui-même un produit de la fréquence cardiaque et du volume d'éjection systolique) et la résistance vasculaire systémique :

$$PA = DC \times RVS$$

Le volume d'éjection systolique est la quantité de sang éjecté à chaque battement cardiaque. Il est directement impacté par la précharge et donc indirectement par le statut volémique de l'individu.

B. A COURT TERME

1. *Système nerveux autonome*

Le système nerveux autonome reçoit des messages provenant des barorécepteurs et chémorécepteurs via des neurones sensitifs, et subit des rétrocontrôles négatifs en permanence afin d'ajuster la pression artérielle systémique. Le baroréflexe et le chémoréflexe seront détaillés dans les parties suivantes. Le système nerveux autonome agit principalement sur le myocarde, les muscles lisses composant les vaisseaux sanguins et la médullosurrénale.

Le centre vasomoteur est situé dans le myélocéphale ; un contrôle minimal est également présent dans le cortex et l'hypothalamus. Le taux de neurotransmetteurs libérés dans la jonction dépend des neurones situés dans le myélocéphale, le centre vasomoteur. Ce dernier permet l'activation de neurones pré-ganglionnaires dans la colonne intermédiolatérale de la moelle épinière, qui convergent vers les ganglions sympathiques (Boulpaep 2012).

Les fibres post-ganglionnaires des nerfs cardiaques forment un plexus et innervent le nœud sinusal, les *atria* et les ventricules. Leur effet consiste à augmenter à la fois la fréquence et la contractilité cardiaque via la noradrénaline. En revanche, ils n'exercent généralement pas une forte action sur le cœur, contrairement à la composante parasympathique agissant sur le myocarde, le nerf vague. En effet, celui-ci a un effet bradycardisant via l'acétylcholine.

Les muscles lisses composant les vaisseaux sanguins sont innervés par des fibres sympathiques qui se terminent dans l'adventice des vaisseaux. Elles sont abondantes au niveau des reins et de la peau, plus dispersées dans les vaisseaux coronaires et cérébraux, et absentes dans la vascularisation du placenta. Elles sont noradrénergiques et permettent la vasoconstriction des vaisseaux, sauf dans les muscles squelettiques où la transmission est cholinergique et permet leur vasodilatation. La vasoconstriction est induite par une augmentation de fréquence de décharge en noradrénaline, neurotransmetteur au niveau de la jonction neuro-musculaire. Au contraire, la vasodilatation résulte d'une diminution de la libération de noradrénaline. Les fibres parasympathiques innervant les vaisseaux sont quant à elles peu communes et présentes notamment dans les glandes salivaires et le tissu érectile.

D'autre part, il existe plusieurs types de récepteurs adrénérgiques au niveau des vaisseaux sanguins, les α et β . La noradrénaline a plus d'affinité pour les récepteurs α tandis que l'adrénaline a plus d'affinité pour les récepteurs β ; en revanche, ces deux neurotransmetteurs se fixent tout de même sur les deux types de récepteurs. Une fixation sur les récepteurs α , et notamment α_1 , tend davantage vers une vasoconstriction tandis que sur les récepteurs β , et notamment β_2 , cela induit une vasodilatation.

Le mécanisme d'action dépend donc des neurotransmetteurs libérés et de leur proportion, ainsi que de la proportion de chacun des types de récepteurs. En effet, les types de récepteurs représentent une proportion stratégique selon les organes et l'importance qu'ils occupent dans l'organisme. Pour exemple, dans les vaisseaux coronaires, les récepteurs β_2 sont en majorité et donc permettent d'induire une vasodilatation si nécessaire. En revanche, ces derniers ne sont pas innervés par le système autonome et ne répondent donc seulement à l'adrénaline et noradrénaline circulantes (Stephenson 2020).

Enfin, des fibres sympathiques préganglionnaires innervent les cellules chromaffines (phéochromocytes) de la médullosurrénale et libèrent de l'acétylcholine. La médullosurrénale se comporte donc comme un ganglion sympathique et les cellules chromaffines comme des neurones post-ganglionnaires qui libèrent leur transmetteur, à savoir l'adrénaline principalement et dans une moindre mesure de la noradrénaline, directement dans la circulation sanguine.

a) *Baroréflexe*

Les barorécepteurs sont des mécanorécepteurs situés dans les parois de la crosse aortique et les sinus carotidiens. La distension des parois, due principalement à l'augmentation de pression sur ces structures, induit une augmentation de fréquence de l'influx nerveux menant à l'inhibition du système nerveux sympathique et à l'activation du système nerveux parasympathique. Cela résulte en une vasodilatation, une bradycardie et une diminution de la contractibilité. A l'inverse, lors d'une hypotension, la fréquence du message nerveux diminue ; l'effet inhibiteur (vasodilatateur) du baroréflexe sur le centre vasomoteur est réduit, ce qui entraîne une activation du système nerveux sympathique et une inhibition du système nerveux parasympathique (Simmons, Wohl 2014).

D'autre part, le baroréflexe n'est pas seulement modulé par la fréquence du signal mais également par le recrutement de davantage de barorécepteurs, notamment en cas d'augmentation de pression artérielle. Cela permet la régulation de la pression artérielle moyenne entre 50 et 200 mmHg. En dehors de ces valeurs, l'influx nerveux ainsi que le recrutement de plus d'unités ne peuvent plus augmenter ou diminuer, et donc ne permettent plus de contrôler la pression artérielle (Boulpaep 2012).

L'influx nerveux s'effectue par les nerfs de Cyon (nerf X) et de Hering (nerf IX), respectivement pour la crosse aortique et les sinus carotidiens, et converge vers le *nucleus tractus solitarii*, puis résulte en une réponse sympathique ou parasympathique du système nerveux autonome, comme vu précédemment.

D'autres mécanorécepteurs situés dans les atria et l'artère pulmonaire répondent à la distension du territoire veineux. La stimulation de ces récepteurs résulte en l'inhibition du centre vasomoteur, soit une vasodilatation et une baisse de la pression artérielle.

b) *Chémoréflexe*

Les chémorécepteurs périphériques sont sensibles aux variations de la composition chimique du sang et sont localisés sur les glomus carotidiens et glomus aortique. En effet, lors d'hypoxie, d'hypercapnie ou de diminution du pH sanguin, les chémorécepteurs stimulent le centre vasomoteur (augmentation de la fréquence de l'influx nerveux) et induisent une vasoconstriction, une tachycardie et une tachypnée. Comme les fibres afférentes du baroréflexe, la transmission nerveuse s'effectue par les nerfs IX et X jusqu'au *nucleus tractus solitarii*. Cependant, le chémoréflexe a un impact moindre par rapport au baroréflexe lors de variations importantes de la pression artérielle (Boulpaep 2012).

c) *Catécholamines*

Les catécholamines, et notamment l'adrénaline, sont des hormones circulantes produites par la médulla des glandes surrénales. Comme cela a été mentionné précédemment, leur libération est induite par des messages nerveux du système nerveux autonome. Elles agissent à la fois sur la contractibilité et l'inotropie cardiaque et les vaisseaux sanguins. L'adrénaline agit notamment sur les récepteurs bêta 2, situés en majorité dans les vaisseaux coronaires et du muscle squelettique en induisant une vasodilatation, et a un léger effet inotrope et chronotrope (Stephenson 2020).

C. A MOYEN TERME (Hall, Hall 2020)

1. *Système rénine-angiotensine-aldostérone*

Le système rénine-angiotensine-aldostérone est composé d'une cascade hormonale initiée par la synthèse de rénine par l'appareil juxta-glomérulaire en réponse à une baisse de la pression artérielle. Elle permet la transformation de l'angiotensinogène, synthétisé par le foie, en angiotensine 1. Cette dernière est convertie, grâce à l'enzyme de conversion de l'angiotensine (ECA) libérée par les cellules endothéliales des vaisseaux pulmonaires, en angiotensine 2 qui agit sur deux différents récepteurs.

L'action de l'angiotensine 2 sur son récepteur AT1 permet notamment une vasoconstriction périphérique, une activation de la rétention hydrosodée et du système nerveux sympathique et une stimulation de la synthèse d'aldostérone par le cortex surrénalien.

L'action de l'angiotensine sur ses récepteurs AT2 a majoritairement un effet vasodilatateur, anti-inflammatoire et anti-fibrotique, minoritaires en situation physiologique.

Le système rénine-angiotensine-aldostérone permet donc une modulation de la pression artérielle par différents mécanismes. La vasoconstriction induite par l'angiotensine 2 permet une augmentation de la résistance vasculaire périphérique et une augmentation de la pression artérielle. L'effet direct de l'angiotensine 2 au niveau rénal et l'activation de la synthèse d'aldostérone permettent une augmentation de la rétention hydrosodée et donc du remplissage vasculaire et du retour veineux.

Les effets directs et indirects de l'angiotensine 2 nécessitent environ 20 minutes pour être actifs. De ce fait, ces mécanismes hormonaux interviennent secondairement à ceux précédemment cités dans la régulation de la pression artérielle et dans une échelle de temps retrouvée en situation d'anesthésie générale.

2. *Hormone anti-diurétique ou vasopressine*

L'hormone antidiurétique (ADH) ou vasopressine est une hormone synthétisée par l'hypophyse dont le rôle est de maintenir la perméabilité hydrique des tubes collecteurs rénaux.

Lors d'une situation d'hypovolémie ou d'hypotension artérielle, une grande quantité d'ADH est libérée par l'hypophyse permettant d'augmenter la perméabilité du tube collecteur rénal à l'eau par la mise en place d'aquaporines-2 et une dilatation des espaces intercellulaires. Ces modifications permettent une augmentation de la réabsorption d'eau au niveau des tubes collecteurs et donc une augmentation de la volémie. Ce mécanisme se met en place 10 à 60 minutes après la baisse de la pression artérielle.

III. MESURE DE LA PRESSION ARTERIELLE

On distingue deux types de mesure de la pression artérielle : la méthode invasive et les méthodes non invasives ; ces dernières étant plus accessibles en pratique vétérinaire quotidienne. Parmi les méthodes non invasives, seront détaillées ici celles dont l'utilisation est possible en CHUVAC, à savoir l'examen Doppler et oscillométrique.

A. METHODE INVASIVE

Cette méthode est le gold-standard pour la mesure de pression artérielle. Elle est indiquée pour les patients dont le statut cardiocirculatoire est instable, sans trouble de la coagulation avéré.

Elle nécessite la mise en place d'un cathéter artériel, le plus communément dans l'artère dorsale du pied ou dans l'artère fémorale. Le site subit alors une préparation aseptique avec tonte et scrub à l'aide d'un savon antiseptique et le cathétérisme s'effectue avec des gants stériles afin d'assurer l'asepsie et éviter toute contamination.

Après fixation et flush à l'aide d'une solution héparinée, le cathéter artériel est ensuite connecté à un transducteur de pression permettant la mesure en continu des pressions artérielles systolique, diastolique et moyenne.

Les désavantages de cette méthode sont la difficulté technique de sa mise en place, son invasivité et son coût, ainsi que le risque de thrombose, saignement, inflammation et infection (Simmons, Wohl 2014).

B. METHODES NON INVASIVES

Ces méthodes sont moins onéreuses, peu chronophages et faciles d'utilisation. Elles nécessitent toutes la mise en place d'un brassard d'une largeur de 30 à 40% de la circonférence du membre thoracique, pelvien ou de la queue (Acierno et al. 2018). Ces techniques présentent néanmoins des biais, notamment sur les animaux de petit gabarit et ceux qui présentent une hypotension ou hypertension, un œdème périphérique, une vasoconstriction et des arythmies (Simmons, Wohl 2014).

1. *Méthode Doppler*

L'ultrasonographie Doppler implique l'utilisation d'un cristal piézoélectrique placé sur une artère périphérique après tonte et application de gel au contact de la peau. Cette sonde est elle-même connectée à un amplificateur qui convertit les ondes ultrasoniques provoquées par le flux sanguin en ondes sonores. Un brassard relié à un sphygmomanomètre est placé proximale à la sonde permettant son gonflement jusqu'à occlusion de l'artère et perte du bruit. La pression du brassard réduit progressivement jusqu'à apparition du premier bruit, correspondant à la pression artérielle systolique sur le manomètre.

Les avantages de cette méthode sont son faible coût et son ergonomie, ainsi que son indice de confiance en cas d'hypotension. Les désavantages de cette méthode sont l'incapacité à déterminer la PAD, et donc la PAM, ainsi qu'une sous-évaluation de la PAS sur les petits animaux et notamment les chats (Simmons, Wohl 2014).

Concernant la fiabilité de la mesure, lorsque la PAS est supérieure à 140 mm Hg, la méthode Doppler ne présente pas un indice de confiance élevé. En effet, la PAS peut être sous-estimée à des valeurs jusqu'à 20 mm Hg quelle que soit la position du brassard. Lors d'hypotension, la PAS avec la méthode Doppler présente une meilleure corrélation avec la méthode invasive (0.2 ± 16 mm Hg), notamment si le brassard est placé au-dessus du tarse (comparativement à en dessous du tarse et au-dessus du carpe) chez des chiens anesthésiés (Garofalo et al. 2012).

2. *Méthode oscillométrique*

L'examen oscillométrique repose sur la détection des oscillations produites par la variation du diamètre de la paroi artérielle lors du flux sanguin. Le brassard est gonflé jusqu'à occlusion de l'artère puis à mesure qu'il se dégonfle, l'amplitude des oscillations augmente jusqu'à atteindre un maximum correspondant à la pression artérielle moyenne. Les pressions artérielles systoliques et diastoliques sont calculées.

Cette méthode permet de surveiller régulièrement et automatiquement la pression artérielle moyenne ainsi que les signaux d'alarme en cas de valeur basse ou haute. En revanche, cet outil représente un coût et est difficilement interprétable lors de stress important ou de mouvements de l'animal, de vasoconstriction ou d'arythmies (Simmons, Wohl 2014).

Dans une étude prospective sur chiens anesthésiés (Garofalo et al. 2012), la méthode oscillométrique sous-estimait la PAS lors d'hypertension et présentait une meilleure corrélation pour la PAM (2 ± 15 mm Hg) et PAD (0.2 ± 16 mm Hg) avec le brassard placé au-dessus du carpe. De même, dans une autre étude (Jacobs-Fohrman et al. 2020), la précision de mesure concernant la PAM et PAD était acceptable (biais inférieur à 15 mm Hg), contrairement à la PAS, notamment en cas d'hypertension.

Dans ces premières parties, nous avons présenté les bases anatomiques des vaisseaux étudiés et les bases physiopathologiques et instrumentales de la pression artérielle, dans le but de l'élaboration de notre protocole. A présent, nous allons nous intéresser aux méthodes échographiques qui font l'objet de plusieurs études dans le suivi de la volémie chez l'homme et chez le chien.

IV. UTILISATION DE DE L'ECHOGRAPHIE DANS L'APPROCHE DES VAISSEAUX ET DE LEUR VARIATION EN LIEN AVEC LE STATUT VOLEMIQUE ET LA PRESSION ARTERIELLE CHEZ L'HOMME ET CHEZ LE CHIEN : REVUE DE LA LITTERATURE

La surveillance et le suivi de la volémie par méthode non invasive font l'objet de plusieurs études en médecine humaine et vétérinaire. En médecine humaine, l'étude de la variation de diamètre de la veine cave caudale est utilisée pour l'évaluation du statut volémique chez les adultes.

A. Efficacité de la mesure échographique du diamètre de la veine cave caudale comme une estimation de la pression veineuse centrale chez l'homme (Ciozda et al. 2015)

Cette méta-analyse avait pour objectif de résumer et d'examiner la pertinence clinique de l'utilisation de la mesure échographique du diamètre de la veine cave caudale comme une estimation de la pression veineuse centrale chez l'homme.

1. Matériels et méthodes

Les auteurs ont réalisé une recherche systématique sur la base de données PubMed avec les termes résumés dans la Figure 5.

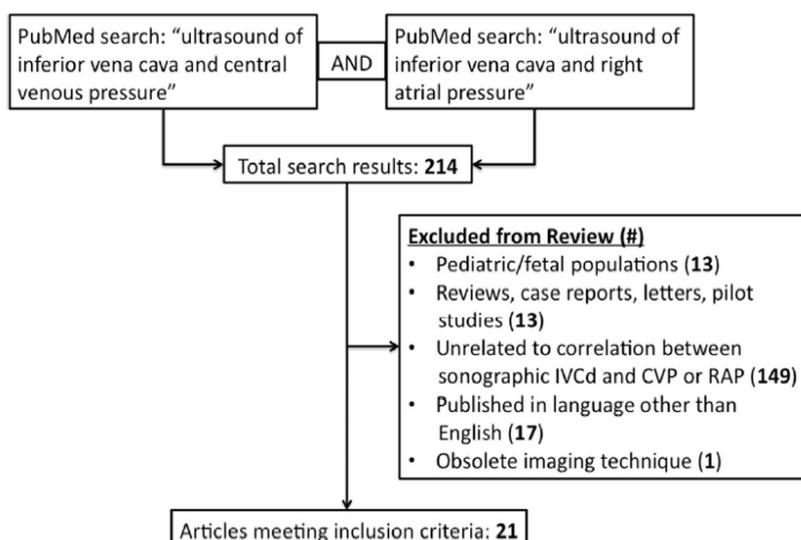


Figure 5 : Sélection des études sur la méthode échographique de la veine cave caudale en lien avec la pression veineuse centrale et critères d'exclusion.

(IVCd : diamètre de la veine cave caudale ; CVP : pression veineuse centrale ; RAP : pression atriale droite)

2. Résultats

21 études sur 214 ont été retenues. Dans chacune d'elles, les mesures étaient prises en décubitus dorsal avec une vue subcostale. Cependant, les auteurs ont noté des différences non négligeables au sein des populations étudiées, de l'utilisation de la ventilation mécanique et dans la méthode de mesure de la veine cave caudale (VCC). Les méthodes de mesure recensées étaient le diamètre maximal de la VCC (en fin d'expiration) et l'indice de collabilité : (diamètre maximal – diamètre minimal) / diamètre maximal.

La majorité des études rapporte une corrélation modérée significative entre la mesure échographique de la veine cave caudale et les mesures invasives de la pression veineuse centrale. En revanche, les corrélations chez des patients ventilés mécaniquement étaient généralement faibles.

3. Discussion

Ces résultats approuvent l'utilisation de la méthode échographique pour l'estimation de la pression veineuse centrale chez des patients avec une ventilation spontanée. Bien que les corrélations n'étaient que seulement modérées, la méthode de mesure n'influe pas sur la force de corrélation.

Chez les patients ventilés mécaniquement, la corrélation était faible ou inexistante. Cela peut s'expliquer par la pression positive continue qui augmente la pression intrathoracique et donc déforme la VCC.

Cette méthode échographique ne s'applique pas à tout type de population et notamment chez les patients pédiatriques. En effet, il y a peu de données sur la variation de la VCC en fonction du gabarit du patient et certaines suggèrent qu'il n'y aurait pas de relation linéaire entre ces 2 paramètres.

4. Conclusion

La mesure échographique de la VCC s'inscrit dans une démarche rapide et non invasive et peut impacter la prise de décision thérapeutique. Cette méthode peut être effectuée dans une certaine catégorie de patients, définie préalablement.

Chez le chien comme chez les patients pédiatriques (Ng et al. 2013), la variabilité de gabarit suggère que la mesure échographique de la veine cave caudale, décrite chez l'homme, n'est pas envisageable. Le rapport échographique de la veine cave caudale et de l'aorte constitue une piste chez le chien.

B. Mesure échographique du rapport VCC/Ao après un don du sang chez le chien (Cambournac et al. 2018)

Cette étude prospective présentait deux objectifs : le premier consistait à décrire une méthode échographique de détermination de la volémie et d'évaluer la variation inter et intra-observateur de cette méthode. Le second était de mettre à profit cette méthode pour détecter une baisse de la volémie après un don du sang chez des chiens.

1. Matériels et méthodes

12 chiens adultes reçus pour un don du sang (environ 10 mL/kg) sous sédation ont été inclus dans cette étude. La sédation a été réalisée à base de butorphanol (0,2mg/kg) et de dexmédétomidine (1 µg/kg) par voie intraveineuse. Des échographies de l'aorte et de la veine cave caudale ont été effectuées caudalement au rein gauche en coupe longitudinale et transversale. Les diamètres perpendiculaires de chaque vaisseau ont été mesurés en mode bidimensionnel par deux opérateurs et deux fois chacun. Le rapport VCC/Ao a ensuite été calculé.

2. Résultats

Les chiens participant à l'étude étaient des chiens de gabarit moyen à grand (Berger Allemand, Labrador, Akita Inu, Dogue de Bordeaux...). Aucune différence significative n'a été observée entre les 2 mesures simultanées d'un même opérateur et entre 2 opérateurs différents.

De plus, il y a une absence de variation de la taille de l'aorte avant et après le don du sang. En revanche, cette étude montre une diminution significative du diamètre de la veine cave caudale et du ratio VCC/Ao. Les résultats chiffrés et graphiques sont respectivement présentés dans les figures 6 et 7.

Table 3. Comparison of CVC, Ao and CVC:Ao ratio before and after donation						
	CVC		Ao		CVC:Ao ratio	
	Before	After	Before	After	Before	After
Mean	1.28	1.18	1.11	1.09	1.17	1.01
sd	0.07	0.12	0.06	0.06	0.08	0.08
Lower 95% CI	1.24	1.03	1.06	1.06	1.12	0.95
Upper 95% CI	1.34	1.17	1.15	1.03	1.23	1.07
P value	0.0001		0.28		0.0001	

CVC Caudal vena cava, Ao aorta
Mean, standard deviation (sd) and 95% confidence interval (95% CI) of pooled measurements from both operators for the CVC in cm, Ao in cm and CVC:Ao ratio
P value: comparison of mean value before and after blood donation for CVC, Ao and CVC:Ao ratio, respectively

Figure 6 : Comparaison du diamètre (en cm) de la VCC, de l'Ao et du ratio VCC/Ao avant et après un don du sang chez le chien (n=12)

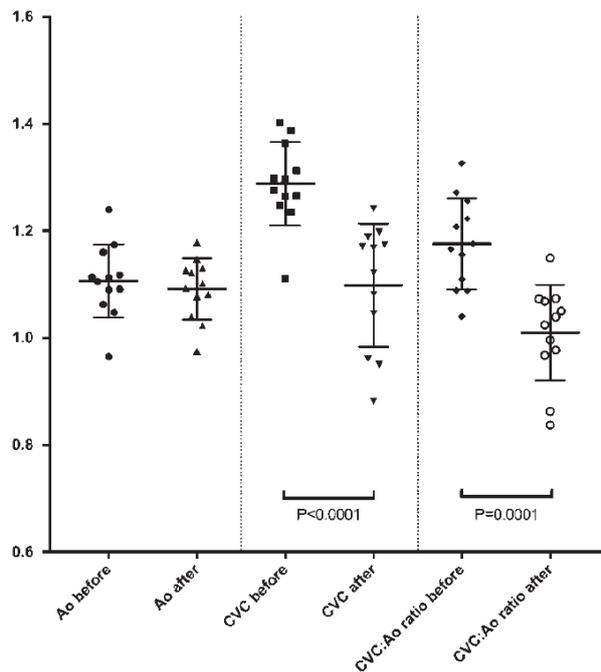


Figure 7 : Ensemble des mesures des diamètres (en cm) de la VCC, de l'Ao et du ratio VCC/Ao avant et après un don du sang (n=12)

Cependant, cette étude n'a pas permis d'établir une relation linéaire entre la déplétion sanguine et le rapport VCC/Ao.

3. Discussion

Cette étude ne met pas en évidence de relation linéaire entre la perte sanguine et le rapport VCC/Ao ce qui empêche l'interprétation directe du rapport au chevet de l'animal. De plus, l'échantillon se compose d'un faible nombre de chiens, souvent de gros gabarits et avec une faible variation de volume prélevé.

D'autre part, les auteurs suspectent une variabilité dans le diamètre et la forme de la VCC en fonction de la volémie et de la pression exercée par la sonde échographique. Cependant, ils spécifient qu'à leur connaissance, aucune étude n'a investigué le rôle que joue ce phénomène dans la variation de la taille de la VCC.

De plus, l'utilisation de dexmédétomidine a pu majorer la diminution du rapport par vasoconstriction périphérique.

4. Conclusion

En conclusion, les résultats de cette étude préliminaire valident l'utilisation de l'échographie comme méthode non invasive, répétable et reproductible, dans l'évaluation d'une déplétion sanguine, même pour de petits volumes, sur des chiens sains.

D'autres études sont nécessaires pour valider l'utilisation de ce protocole sur des chiens en choc hypovolémique.

C. Corrélation entre le rapport VCC/Ao et la variation de pression artérielle systolique chez le chien (Meneghini et al. 2016)

Le but de cette étude prospective est d'évaluer le coefficient de corrélation entre le ratio VCC/Ao et la variation de pression artérielle systolique, assimilée à un index de précharge, chez des chiens anesthésiés à l'isoflurane et ventilés mécaniquement.

1. Matériels et méthodes

14 chiens adultes de propriétaires reçus pour des parages de plaie sous anesthésie générale ont subi une anesthésie volatile avec de l'isoflurane et ont été ventilés mécaniquement avec un pic de pression inspiratoire fixé à 8cm H₂O.

La pression artérielle a été mesurée par méthode oscillométrique et de manière invasive avec un cathéter artériel dans l'artère dorsale du pied. La variation de pression systolique est définie comme la différence entre les pressions systoliques maximales au cours d'un cycle respiratoire. Si elle était supérieure à 4 mm Hg, un unique opérateur effectuait une mesure du rapport VCC/Ao, puis un bolus de 3 à 4 mL/kg sur 1 minute et à nouveau une mesure du rapport VCC/Ao.

La fenêtre échographique choisie était un abord intercostal entre le 10^{ème} et 12^{ème} espace intercostal à droite en coupe transversale, au même niveau que la veine porte. 3 mesures de diamètre de chaque vaisseau étaient réalisées pour obtenir une médiane et calculer le rapport VCC/Ao.

2. Résultats

Les 14 chiens étaient de gabarit moyen à grand. 28 mesures ont été obtenues. Le coefficient de corrélation entre le rapport VCC/Ao et la variation de PAS était compris dans l'intervalle de confiance à 95%. Ils ont noté une absence de variation de l'aorte avant et après le bolus mais une différence significative du rapport VCC/Ao avant et après le bolus.

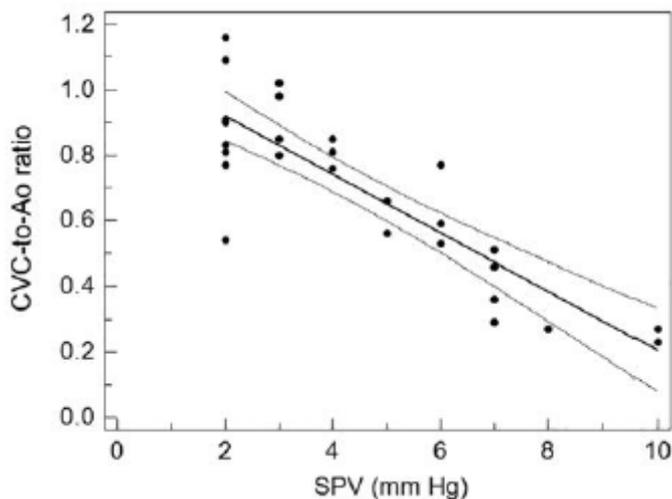


Figure 8 : Corrélation entre le ratio VCC/Ao et la variation de pression systolique (n=14)

(CVC : VCC ; SPV : variation de pression artérielle systolique)

3. *Discussion*

La mesure du diamètre de la VCC a été très étudiée en médecine humaine et reflète mieux le statut volémique d'un individu que la mesure de pression artérielle. En outre, le rapport VCC/Ao a été étudié en médecine humaine chez les patients pédiatriques. Les données de cet article laissent envisager son utilisation chez le chien. Cependant chez le chien, il est difficile d'envisager la même fenêtre échographique que chez l'être humain, à savoir une vue substernale paramédiane droite, car le thorax du chien est souvent plus profond et plus étroit.

Une des limites de cette étude est la grande variabilité des gabarits de chien qui rend difficile l'obtention de valeurs de référence. De plus, ce ratio ne peut pas être utilisé chez un patient souffrant d'une insuffisance cardiaque droite, d'une tamponnade, d'un pneumothorax, d'un épanchement pleural ou d'une thromboembolie pulmonaire.

Enfin, d'autres études sont nécessaires pour évaluer le caractère distensible et déformable de la veine cave caudale.

4. *Conclusion*

Dans cette étude, le rapport échographique VCC/Ao s'est révélé être une méthode pratique, non invasive, qui corrélait de manière significative avec la variation de pression artérielle systolique chez des chiens anesthésiés sous isoflurane.

Pour rappel, le but de notre étude est de développer un outil fiable, pratique et rapide permettant d'évaluer le statut hémodynamique du chien et notamment sa volémie. En effet, cela pourrait statuer de l'efficacité du remplissage vasculaire si besoin il y a, en particulier dans un contexte d'hypotension lors d'une anesthésie générale notamment ou de choc hypovolémique en réanimation.

Les études pilotes prospectives, précédemment citées, suggèrent que l'approche échographique du rapport VCC/Ao s'inscrit dans cette démarche. Cependant, l'accessibilité de ces vaisseaux dépend du gabarit du chien. En effet, cette méthode n'est pas applicable chez des chiens à thorax profond notamment et requiert une expérience en imagerie médicale.

C'est pourquoi, nous avons décidé d'appliquer cette démarche à d'autres vaisseaux, la veine jugulaire externe et l'artère carotide commune, davantage accessibles à l'échographie indépendamment du gabarit du chien et ne nécessitant pas une expérience en imagerie médicale.

Nous allons donc étudier le rapport échographique jugulaire/carotide au cours de l'anesthésie chez le chien en lien avec la pression artérielle non invasive par méthode oscillométrique. L'anesthésie induisant une vasodilatation, on s'attend à avoir une augmentation du rapport jugulaire/carotide.

Afin de s'assurer de la fiabilité et de la répétabilité de cette méthode échographique, il convient de confronter plusieurs moyens de mesure, à savoir le diamètre maximal des vaisseaux ou leur surface. Pour répondre à cette question, nous comparerons les mesures échographiques de ce rapport à des mesures tomodynamométriques. En effet, la pression exercée par la sonde échographique sur le patient peut collaber les vaisseaux et principalement la veine, et donc sous-estimer la mesure du vaisseau. L'examen scanner permet de s'affranchir de cette pression et donc de répondre à la question : la mesure échographique de la jugulaire et de la carotide est-elle statistiquement significative et par quel moyen (diamètre ou surface) ?

Cette étude pilote prospective a été réalisée au Centre Hospitalier Universitaire Vétérinaire des Animaux de Compagnie (CHUVAC) de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse durant l'année 2021.

PARTIE 2 : ETUDE EXPERIMENTALE

I. OBJECTIFS

Cette étude expérimentale prospective a deux objectifs principaux. Le premier concerne la faisabilité de la méthode échographique dans la mesure des diamètres et des surfaces de la jugulaire et de la carotide, comparés à ceux obtenus par un examen tomodensitométrie chez le chien.

Le deuxième objectif consiste à étudier l'évolution du rapport veine jugulaire / artère carotide en lien avec la pression artérielle au cours d'une anesthésie générale chez le chien, en mettant en application la méthode échographique détaillée précédemment.

Deux groupes ont été définies afin de répondre aux deux problématiques respectives. Le premier groupe (groupe 1) vise à comparer les mesures obtenues avec l'échographe et le scanner, de comparer différentes méthodes de mesure et la reproductibilité de cette méthode. Le second groupe (groupe 2) permet, quant à lui, de réaliser le suivi du rapport veine jugulaire / artère carotide corrélé à la pression artérielle non invasive au cours d'une anesthésie.

II. FAISABILITE DE LA METHODE ECHOGRAPHIQUE DANS LA MESURE DES DIAMETRES ET DES SURFACES DE LA JUGULAIRE ET DE LA CAROTIDE CHEZ LE CHIEN ANESTHESIE

A. MATERIELS ET METHODES

1. Population étudiée

a) Critères d'inclusion

Ont été inclus dans cette étude tous les chiens de propriétaires quel que soient leur âge, sexe, race et poids, nécessitant la réalisation d'un scanner comprenant la région cervicale sous anesthésie générale, reçus au CHUVAC de l'ENVT durant la période de mars à mai 2021.

L'état clinique préanesthésique de ces chiens comprend les stades ASA II à IV. En amont de l'anesthésie, ils ont subi un bilan préanesthésique, qui comprend le microhématocrite, le dosage des protéines totales, de l'albumine, de l'urée et de la créatinine.

b) *Critères d'exclusion*

Les chiens nécessitant la réalisation d'un scanner en urgence ainsi que les patients instables d'un point de vue cardiocirculatoire au cours de l'anesthésie ont été exclus.

2. *Déroulement de la procédure*

Après un examen clinique exhaustif et la vérification du respect de la mise à jeun, le chien est anesthésié. Pour cela, un cathéter est placé dans la veine céphalique gauche ou droite. Le chien est ensuite prémédiqué, induit et subit une maintenance jusqu'à la fin de l'examen scanner. La procédure anesthésique n'est pas standardisée, donc laissée à la discrétion de l'anesthésiste en charge. Cependant, dans tous les cas, le chien est intubé avec une sonde orotrachéale d'un diamètre adapté et mis sous isoflurane durant l'ensemble de la procédure.

Après la dernière acquisition scanner post injection du produit de contraste, l'animal anesthésié est placé en décubitus latéral avec le cou en extension afin d'avoir accès à la zone à échographier. Les images échographiques sont réalisées dans un délai de moins de 5 minutes après les images tomodensitométriques sur la table d'examen scanner.

3. *Obtention des images tomodensitométriques et échographiques*

a) *Images tomodensitométriques*

Les images tomodensitométriques ont été acquises grâce au scanner General Electric 16 barrettes par le service d'imagerie médicale du CHUVAC.

L'animal a été positionné en décubitus ventral pour chaque scanner. Les coupes étudiées correspondent aux images acquises 3 minutes après injection d'un produit de contraste, l'Omnipaque 300mg d'Iode/mL ND (iohexol) à 2mL/kg par voie intra-veineuse (veine céphalique), à l'aide d'un injecteur.

b) *Images échographiques*

Le chien anesthésié et stable est positionné en décubitus latéral ou dorsal avec un axe tête-tronc maintenu le plus rectiligne possible. La fenêtre échographique choisie est située sur la face ventrale du tronc brachio-céphalique, 2 à 3 cm caudalement au larynx et en aval de la jonction des veines linguo-faciale et rétromandibulaire qui forment la veine jugulaire externe. Cela permet de visualiser l'artère carotide commune, latéralement à la trachée ainsi que la veine jugulaire externe, latérale, superficielle, reconnue par sa déformabilité sous la pression de la sonde.

De l'eau à température ambiante et du gel sont appliqués en quantité suffisante sur la zone à échographier. La sonde linéaire est appliquée perpendiculairement au tronc brachio-céphalique afin d'acquérir les vaisseaux en coupe transversale et en exerçant le moins de pression possible afin de ne pas collaber la veine jugulaire externe.



Figure 9 : Positionnement de la sonde échographique pour obtenir une coupe transversale de la jugulaire externe et de la carotide commune sur un chien (Poulsen Nautrup et al. 2005)

Les images échographies ont été obtenues à l'aide d'un échographe portable MyLabOne ND, de la marque Easote Veterinary, muni d'une sonde linéaire (SL3323 13-6 MHz 40mm) en mode bidimensionnel. L'échographe a été configuré de la manière suivante : fréquence de 10 à 13 MHz, profondeur de 3 à 5 cm, gain de 60 à 80%. Ces réglages ont été ajustés à chaque patient afin d'obtenir une image optimisée.



Figure 10 : Echographe MyLabOne ND, Easote Veterinary. Source : easote.com

Trois clips échographiques d'une durée de 8 secondes ont été réalisés à un temps T, c'est-à-dire dans les 5 minutes suivant l'acquisition du scanner. Les images échographiques ont été réalisées par le même opérateur, étudiante en 5^{ème} année (Elsa Estoueigt, EE) au CHUVAC de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse. Un exercice préalable de 3 jours a été effectué en compagnie de la praticienne hospitalière en charge de l'imagerie médicale du CHUVAC (Cathy Layssol Lamour, CLL).

4. *Traitement des images tomodensitométriques et échographiques*

a) *Mesures tomodensitométriques*

L'incidence de la mesure correspond à celle de l'image échographique, en coupe transversale du cou, 2 à 3 cm caudalement au larynx et en aval de la jonction des veines linguofaciale et rétromandibulaire qui forment la veine jugulaire externe. Deux méthodes de mesure sont utilisées : le diamètre maximal du bord ventral au bord dorsal (en mm) (Annexe 2) et la surface maximale (en mm²) (Annexe 3) de la lumière de chaque vaisseau, avec le logiciel Horos.

Ces mesures ont été réalisées après acquisition de la totalité des images par le Dr. Vet. Cathy Layssol-Lamour (CLL), clinicienne en imagerie médicale au CHUVAC, afin d'obtenir la même zone de mesure et incidence de la sonde échographique lors de la mesure échographique.

b) *Mesures échographiques*

Sur chacun des 3 clips, le diamètre de chacun des vaisseaux d'intérêt (veine jugulaire externe et artère carotide commune) ainsi que leur surface ont été mesurés à 3 reprises puis la moyenne de ces valeurs a été réalisée (EE).

- Mesure du diamètre maximal de la lumière (en mm) de la veine jugulaire externe et de l'artère carotide commune, du bord ventral au bord dorsal (petit axe) avec le logiciel MyLabDesk



Figure 11 : Diamètre luminal de la carotide d'un chien. Source : EE - logiciel MyLabDesk

- Calcul de la surface maximale de la veine jugulaire externe et de l'artère carotide commune (en mm²) avec un outil nommé « Ellipse » sur le logiciel MyLabDesk.

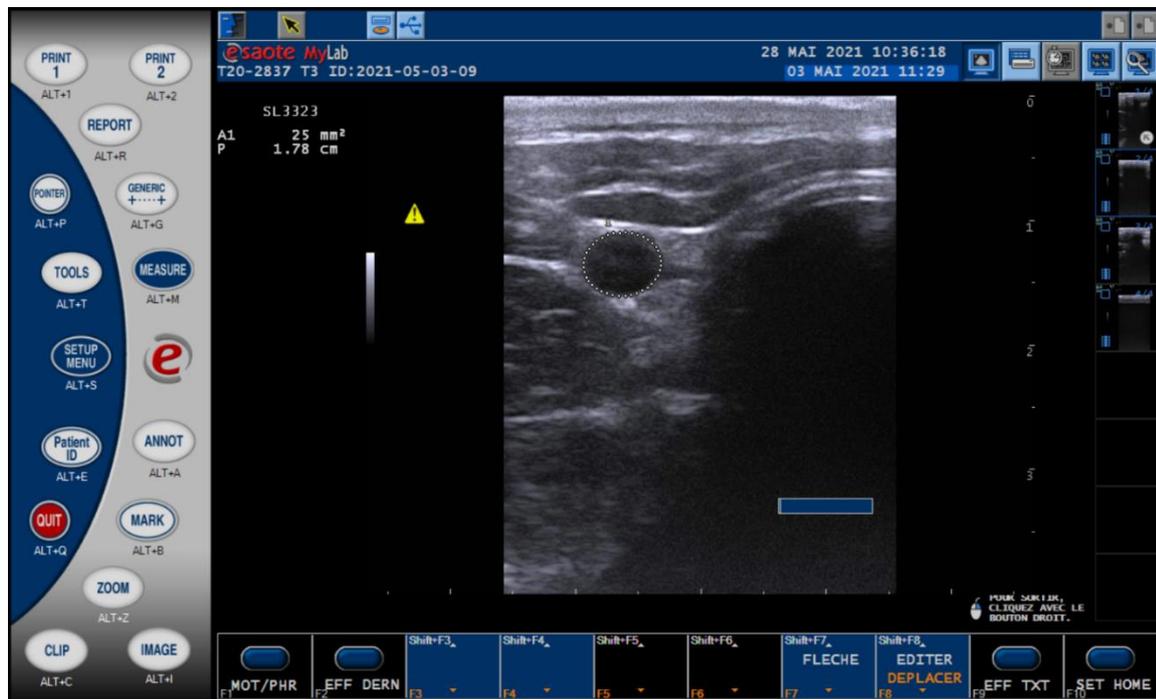


Figure 12 : Surface luminale de la carotide d'un chien. Source : EE - logiciel MyLabDesk

En outre, ces mesures échographiques ont été effectuées à la fin de la période expérimentale par 2 opérateurs, moi-même (EE, opérateur 1) et Arthur Chaussende AC (opérateur 2).

5. Statistiques et traitement des données

Pour les données suivant une loi normale, les résultats seront exprimés en moyennes +/- écart-type, tandis que les variables discrètes seront présentées sous forme de médiane (min-max).

Le test de Pearson a été utilisé pour évaluer la corrélation de deux variables quantitatives. Si la p-value $\leq 0,001$, le résultat du test est considéré comme très fortement significatif, pour une p-value $\leq 0,01$, comme fortement significatif et p-value $\leq 0,05$ comme significatif. Le coefficient de corrélation R permet d'estimer la force de la corrélation. Plus le coefficient R^2 est proche de 1 (en valeur absolue), plus la relation est forte ; un R^2 proche de 0,5 équivaut à une corrélation modérée et un R^2 égal à 0 indique l'absence de corrélation.

Des graphes de Bland-Altman ont été réalisés afin d'évaluer la variabilité inter-opérateur et la concordance des données pour chaque vaisseau étudié. Cela consiste à représenter la différence entre l'opérateur 1 et l'opérateur 2 en fonction de la moyenne des mesures des deux opérateurs. On effectue alors une régression linéaire qui permet de donner une information sur la tendance des données. Après cela, on ajoute au graphe la moyenne des différences qui permet de mettre en évidence un biais systématique. Enfin, on applique les limites à 95%. Cependant, si elles ne correspondent pas à la distribution des données qui ont tendance à se disperser lorsque la surface à mesurer augmente, on effectue donc une transformation logarithmique du graphe de Bland Altman.

Les analyses statistiques ont été effectuées à l'aide du logiciel Excel 2014® et le site de biostatistiques BiostaTGV.

B. RESULTATS

1. Données démographiques

13 chiens ont été initialement inclus dans cette étude. 2 ont été exclus pour instabilité peranesthésique. La population étudiée dénombre donc 11 chiens (groupe 1). 7 chiens ont été classés en statut ASA III et 4 en statut ASA II.

L'effectif comprend 63 % de femelles stérilisées et 37% de mâles entiers, soit un sex-ratio de 0,36. La médiane de l'âge est de 6 ans (1 – 14) et celle du poids est de 25,8 kg (3,6 – 45,8). La population n'a pas fait l'objet de critères de sélection, elle représente donc un panel large de la population canine, comme cela se constate sur les catégories de poids (Figure 13).

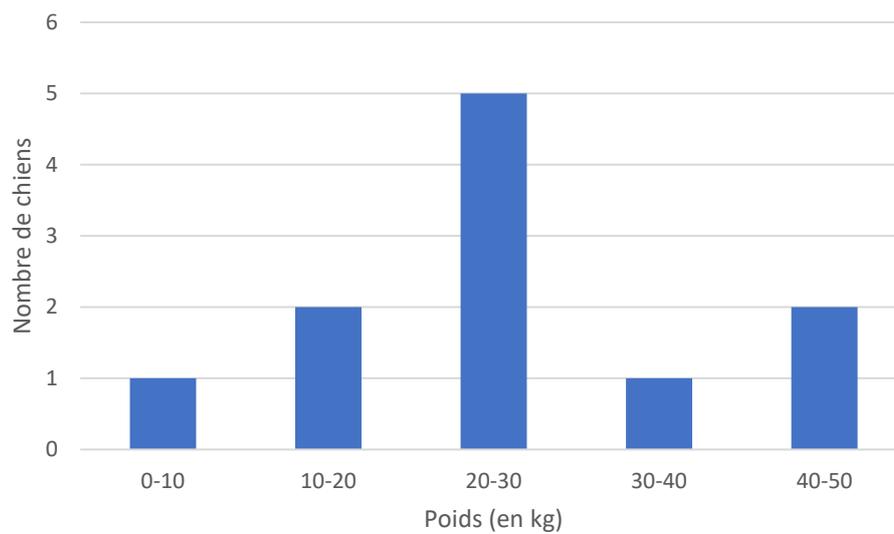


Figure 13 : Distribution du poids des chiens du groupe 1 (n=11) en kg

2. Comparaison des diamètres et surfaces tomodensitométriques

A l'examen tomodensitométrique, les surfaces et diamètres de la veine jugulaire externe comme ceux l'artère carotide commune sont fortement corrélées (Figures 14 et 15). En effet, les coefficients de corrélation R respectifs sont de 97 et 94% et ces corrélations sont hautement significatives (p -value < 0,01).

On peut donc raisonnablement comparer les mesures à échographiques de diamètre et de surface avec celles obtenues avec un examen scanner.

3. Comparaison des mesures échographique et tomodensitométrique

c) Diamètres des vaisseaux étudiés

Les diamètres de la veine jugulaire obtenus à l'échographie et au scanner sont positivement modérément corrélés, le coefficient de corrélation de Pearson R est de 70% (Figure 16).

Les diamètres de l'artère carotide sont quant à eux fortement corrélés, le coefficient de corrélation R est de 92% (Figure 17).

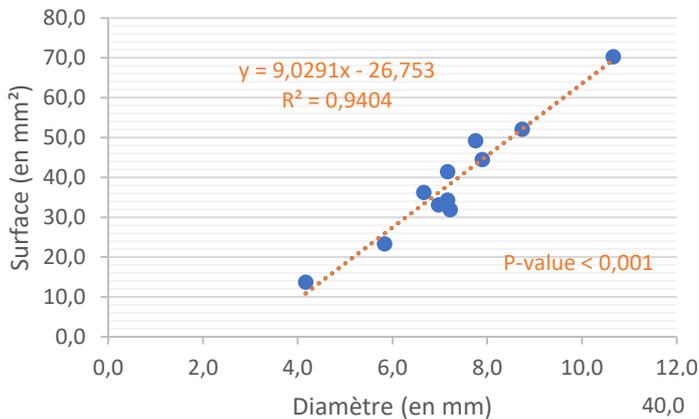


Figure 15 : Comparaison des surfaces et des diamètres de l'artère carotide commune obtenues avec un examen tomодensitométrique chez le chien (n=11)

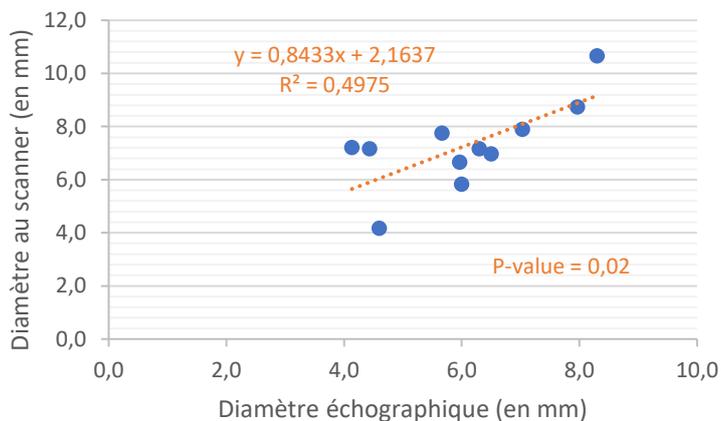
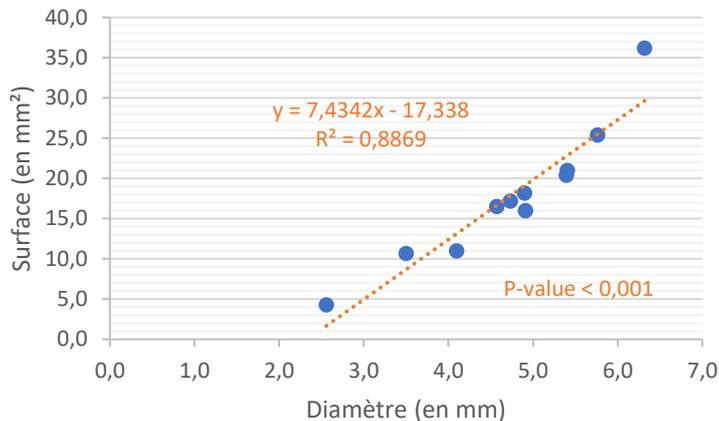
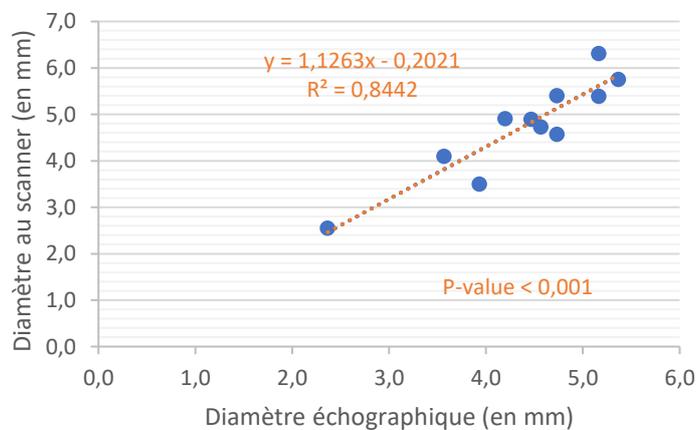


Figure 16 : Comparaison des diamètres de la veine jugulaire externe obtenus à l'échographie et au scanner chez le chien anesthésié (n=11)

Figure 17 : Comparaison des diamètres de l'artère carotide commune obtenus à l'échographie et au scanner chez le chien anesthésié (n=11)



d) *Surface des vaisseaux étudiés*

Les surfaces de la veine jugulaire externe et de l'artère carotide commune sont fortement corrélées au scanner et à l'échographie, les coefficients de corrélation sont respectivement de 90% et de 91% (Figures 18 et 19).

e) *Bilan*

On observe que les surfaces des vaisseaux sont davantage corrélées par rapport à leur diamètre au scanner et à l'échographie. En effet, les coefficients de corrélation sont supérieurs à 90 % pour les surfaces des 2 vaisseaux étudiés tandis que R est de 70 % pour les diamètres de la veine jugulaire externe au scanner et à l'échographie. Tous ces résultats sont hautement significatifs (p-value < 0,01) sauf pour la corrélation des diamètres de la veine jugulaire externe au scanner et à l'échographie qui sont seulement significatifs (p-value < 0,05).

Compte tenu des coefficients de corrélation entre les diamètres et les surfaces des vaisseaux obtenus par des méthodes échographiques et tomodensitométriques, seuls les résultats concernant la variabilité intra opérateur et inter opérateurs pour les surfaces des vaisseaux ont été étudiés.

4. *Variabilité intra-opérateur des mesures de surface des vaisseaux obtenues par une méthode échographique (opérateur 1)*

Les coefficients de corrélation des surfaces de chaque vaisseau, obtenues à l'échographie par l'opérateur 1 sont estimés à presque 100%, donc 2 mesures effectuées par un même opérateur sont très fortement corrélées (Figures 20 et 21).

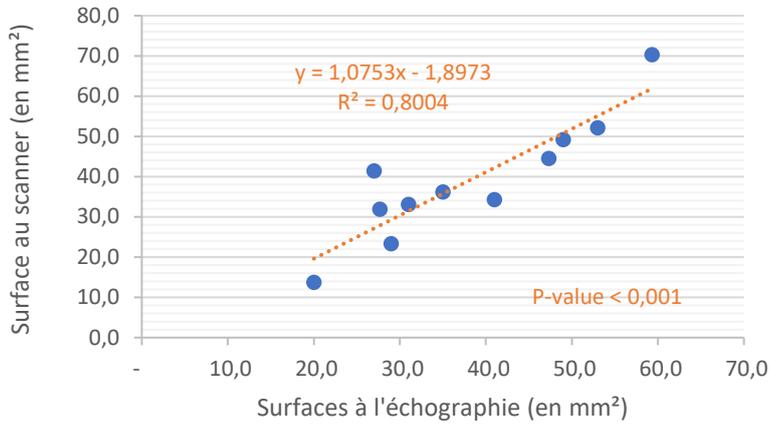


Figure 18 : Comparaison des surfaces de la veine jugulaire externe obtenues à l'échographie et au scanner chez le chien anesthésié (n=11)

Figure 19 : Comparaison des surfaces de l'artère carotide commune obtenues à l'échographie et au scanner chez le chien anesthésié (n=11)

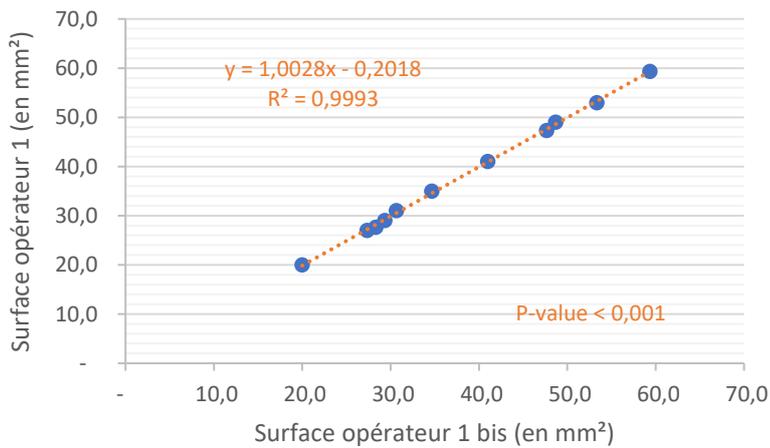
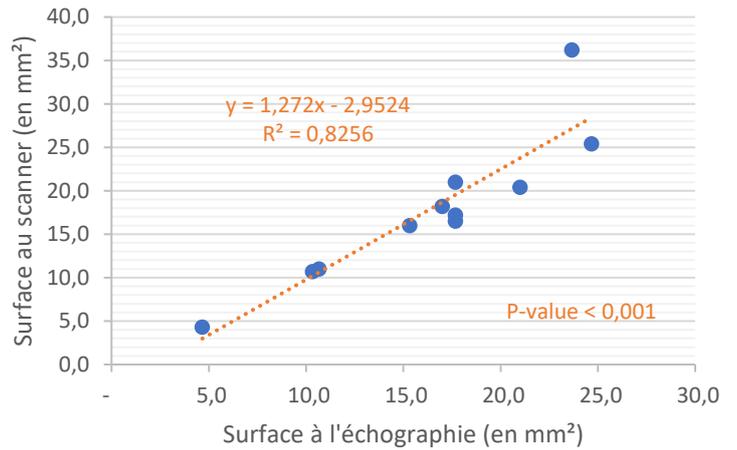
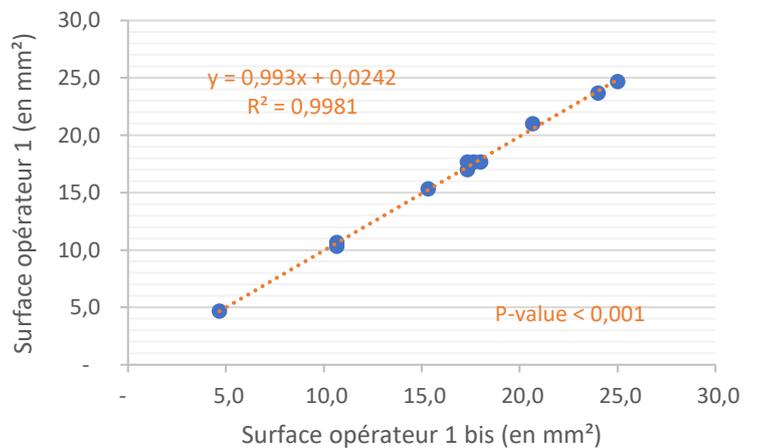


Figure 20 : Comparaison intra-opérateur des surfaces de la veine jugulaire externe obtenues à l'échographie chez le chien anesthésié (n=11)

Figure 21 : Comparaison intra-opérateur des surfaces de l'artère carotide commune obtenues à l'échographie chez le chien anesthésié (n=11)



5. *Variabilité inter-opérateurs des mesures de surface des vaisseaux obtenues par une méthode échographique (Opérateurs 1 et 2)*

Dans les Figures 22 et 23 sont représentées les surfaces de la veine jugulaire et de l'artère carotide en fonction de la méthode de mesure (scanner ou échographie) et de l'opérateur (1 ou 2). Chaque marqueur correspond à un cas par colonne.

Visuellement, on constate une dispersion des valeurs assez homogènes ainsi qu'une similarité entre les valeurs de surface selon l'opérateur et la méthode de mesure.

Les surfaces de la veine jugulaire externe et de l'artère carotide commune mesurées par l'opérateur 1 et l'opérateur 2 sont fortement corrélées (p -value $< 0,01$). Les coefficients de corrélation respectifs sont de 95% et 98% (Figures 24 et 25).

On peut donc conclure que les mesures de surface des vaisseaux étudiés de l'opérateur 1 et 2 sont fortement corrélés.

Afin de mettre en évidence des biais systématiques ou aléatoires, on effectue des graphes basés sur le modèle de Bland Altman.

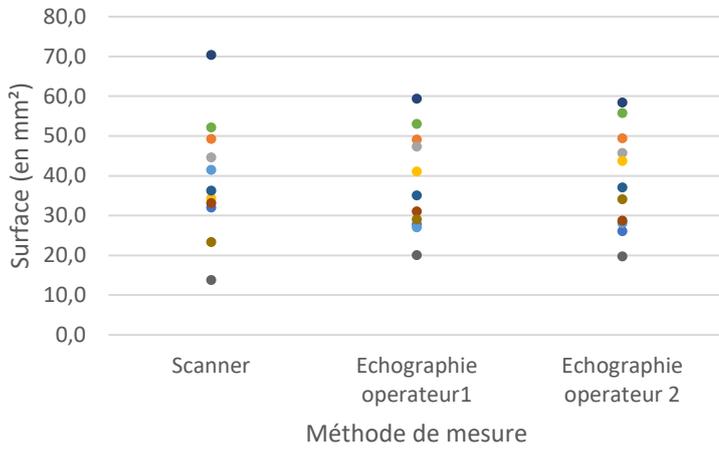


Figure 22 : Comparaison de la surface de la veine jugulaire externe en fonction de l'opérateur (n=11)

Figure 23 : Comparaison de la surface de l'artère carotide commune en fonction de l'opérateur (n=11)

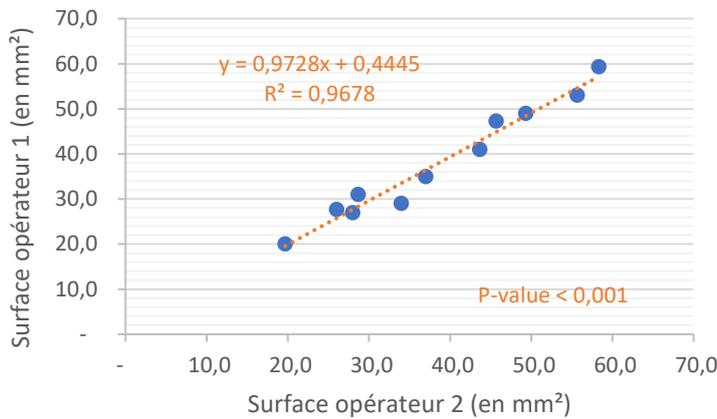
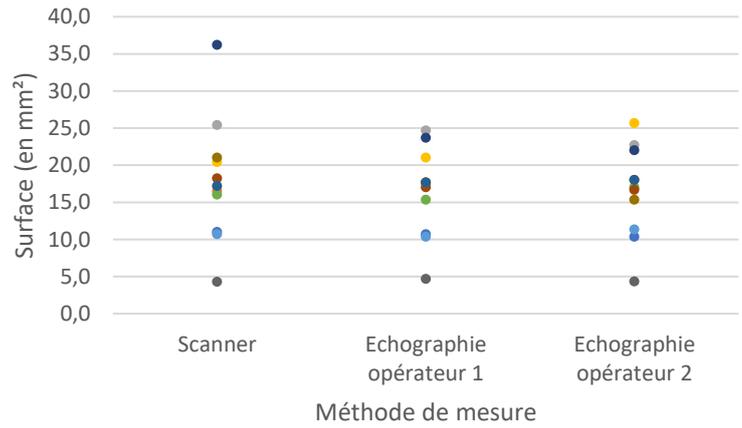
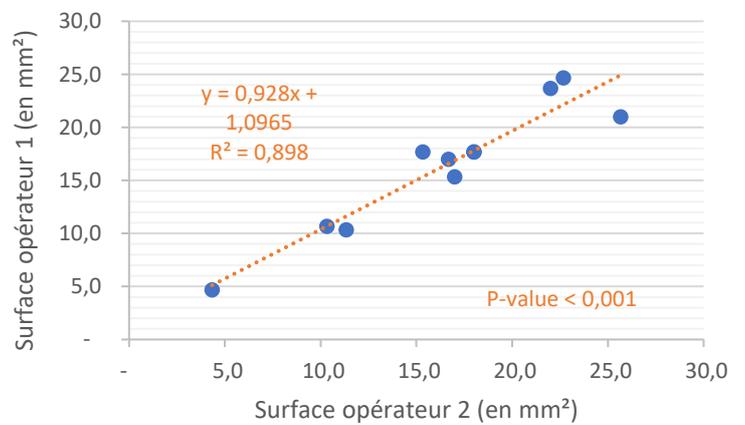


Figure 24 : Comparaison des surfaces échographiques de la veine jugulaire externe entre 2 opérateurs chez le chien anesthésié (n=11)

Figure 25 : Comparaison des surfaces échographiques de l'artère carotide commune entre 2 opérateurs chez le chien anesthésié (n=11)



Concernant la veine jugulaire externe, on note une dispersion assez homogène des valeurs par rapport à la moyenne des mesures (Figure 26). On remarque que plus les surfaces de la veine jugulaire externe sont grandes, plus l'opérateur 2 a tendance à donner des valeurs de plus en plus élevées.

De plus, on observe un biais systématique entre l'opérateur 1 et 2 de $-0,61 \text{ mm}^2$. Autrement dit, l'opérateur 2 a tendance à donner des valeurs de surface de jugulaire plus élevées que l'opérateur 1 sur une même image échographique.

Dans notre cas, la limite 95% est correcte pour des valeurs élevées mais aussi pour les valeurs basses. On peut donc conclure à une concordance des mesures entre l'opérateur 1 et l'opérateur 2 et donc que la méthode est reproductible.

Concernant l'artère carotide commune, on remarque que les données se dispersent lorsque la surface augmente (Figure 27). On effectue une régression linéaire qui permet de donner une information sur la tendance des données. On remarque que plus les surfaces de l'artère carotide commune sont grandes, plus l'opérateur 2 a tendance à donner des valeurs de plus en plus élevées, et inversement plus elles sont petites, plus l'opérateur 1 a tendance à donner des valeurs de plus en plus élevées.

Après cela, la moyenne des différences permet de mettre en évidence un biais systématique entre l'opérateur 1 et 2 de $-0,1 \text{ mm}^2$. Autrement dit, l'opérateur 2 a tendance à donner des valeurs de surface de carotide plus élevées que l'opérateur 1 sur une même image échographique.

Les limites à 95% ne correspondent pas à la distribution des données qui ont tendance à se disperser lorsque la surface à mesurer augmente. On effectue donc une transformation logarithmique du graphe de Bland Altman (Figure 28).

On remarque alors que les données sont dispersées de manière homogène. La limite 95% est correcte pour des valeurs élevées mais aussi pour les valeurs basses.

L'antilog des limites d'agrèments (95%) donnent 0.82 et 1.22. Cela signifie que pour 95% des mesures, l'opérateur 1 va donner une surface entre 0,82 et 1,22 fois celle de l'opérateur 2.

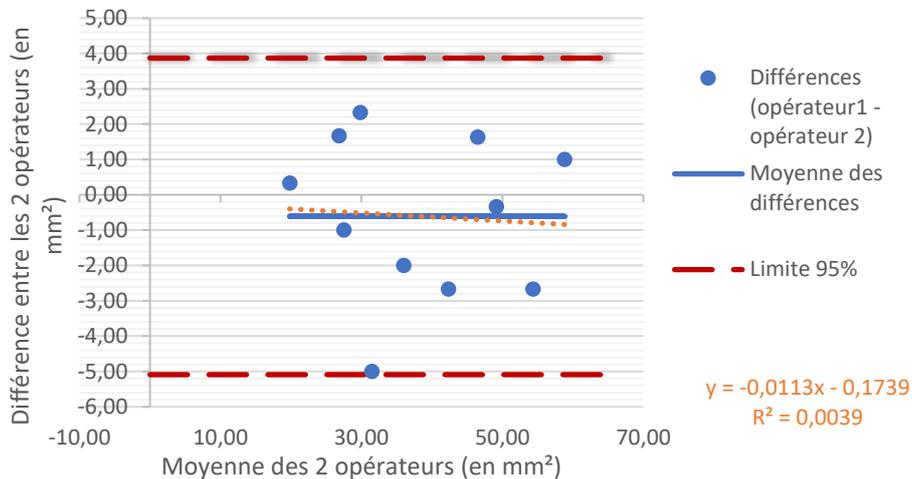


Figure 26 : Différences des surfaces échographiques entre les 2 opérateurs en fonction de la moyenne des surfaces chez le chien anesthésié (Bland-Altman) (veine jugulaire externe) (n=11)

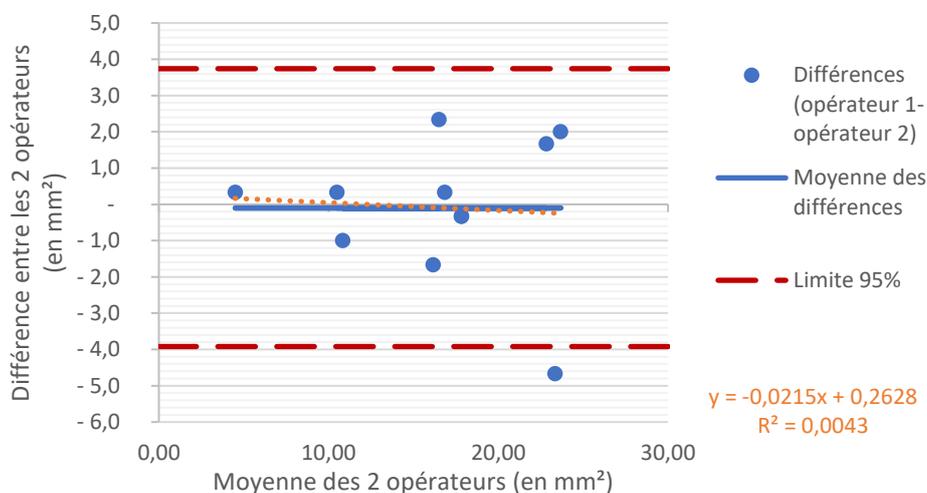


Figure 27 : Différences des surfaces échographiques entre les 2 opérateurs en fonction de la moyenne des surfaces chez le chien anesthésié (Bland-Altman) (artère carotide commune) (n=11)

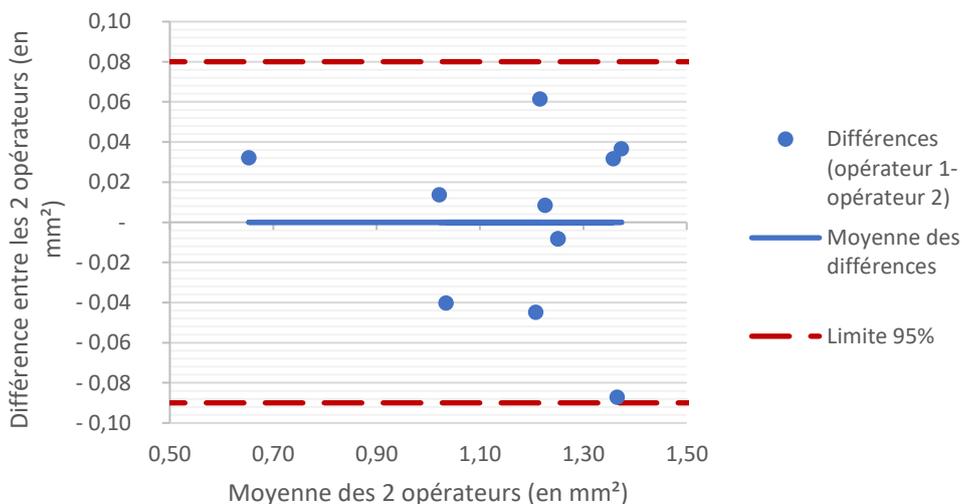


Figure 28 : Différences des surfaces entre les 2 opérateurs en fonction de la moyenne des surfaces chez le chien anesthésié (transformation logarithmique de Bland-Altman) (artère carotide commune) (n=11)

III. EVOLUTION ECHOGRAPHIQUE DU RAPPORT JUGULAIRE/CAROTIDE EN LIEN AVEC LA PRESSION ARTERIELLE AU COURS D'UNE ANESTHESIE GENERALE CHEZ LE CHIEN : ETUDE PILOTE

A. MATERIELS ET METHODES

1. *Population étudiée*

a) *Critères d'inclusion*

Ont été inclus des chiens de propriétaires, de paramètres démographiques différents (âge, sexe, race, poids), reçus pour la réalisation d'une chirurgie de convenance, castration ou ovariectomie sous anesthésie générale durant la période expérimentale de mars à mai 2021. L'état clinique préanesthésique de ces chiens comprend les stades ASA I à II, basé sur un examen clinique et les commémoratifs propres à chaque individu.

b) *Critères d'exclusion*

Ont été exclus les chiens montrant des signes d'agressivité ou de stress extrême, compromettant la réalisation de mesures échographiques vigile et au réveil de l'anesthésie ainsi que les patients instables d'un point de vue cardiocirculatoire au cours de l'anesthésie nécessitant un arrêt précoce de la procédure ou des mesures de réanimation.

2. *Déroulement de la procédure*

Après un examen clinique exhaustif et la vérification du respect de la mise à jeun, le chien est anesthésié. Pour cela, un cathéter est placé dans la veine céphalique gauche ou droite. La procédure anesthésique est détaillée dans la partie suivante.

Quatre temps principaux ont été définis afin d'obtenir la cinétique du rapport jugulaire/carotide :

- Le temps T0 correspond au 1er temps vigile, avant la prémédication.
- Le temps T1 correspond au moment où le patient a été prémédiqué depuis 10 minutes, avant induction.
- Le temps T2 correspond au temps, 30mn après que l'animal soit sous anesthésie volatile. Des mesures sont effectuées toutes les 30mn pendant toute la durée de la chirurgie, correspondant à T2+30mn, T2+60mn jusqu'au dernier temps avant le réveil, appelé T2-x. Le temps T2-x est variable selon la durée de chirurgie de chaque chien.
- Enfin, le temps T3 correspond à la 3ème et dernière étape, au le réveil, défini par l'extubation.

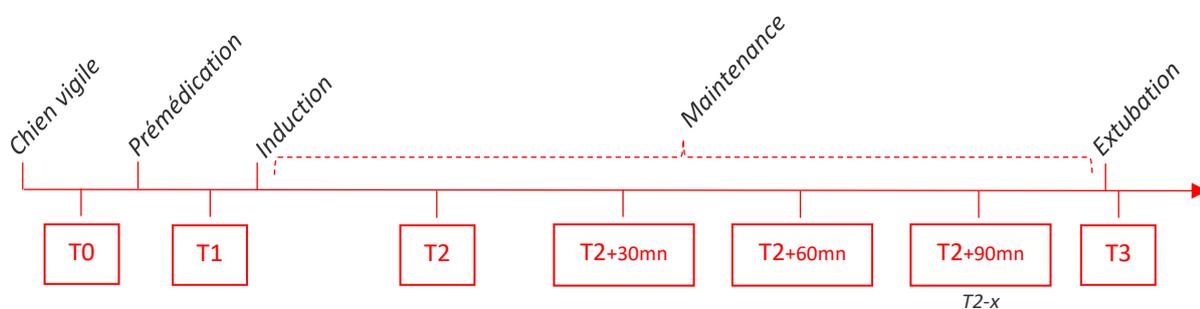


Figure 29 : Temps définis de relevé de données au cours de l'anesthésie chez le chien

Pour chaque temps, 3 clips échographiques d'une durée de 8 secondes sont réalisés afin de mesurer a posteriori la surface des vaisseaux sur un temps T. De plus, une mesure de la pression artérielle (PAS, PAM, PAD) par méthode oscillométrique est effectuée à chaque temps, excepté avant l'anesthésie (T0), les mouvements du patient interférant avec la qualité de la mesure.

DONNEES RECOLTEES	T0 (Animal vigile)	T1 (10mn post-prémédication)	T2 (30mn post-induction)	T2+30mn (...) T2-x (Toutes les 30mn)	T3 (Réveil : extubation)
ECHOGRAPHIE	✓	✓	✓	✓	✓
PNI		✓	✓	✓	✓

Tableau 2 : Données récoltées aux différents temps définis en amont chez un chien anesthésié (n=7)

L'objectif est de réaliser ces mesures aux temps préalablement définis ; cependant, nous acceptons un délai de 5 minutes si la mesure n'est pas aisée ou si l'anesthésie ou la chirurgie ne la permet pas.

3. Procédure anesthésique

Le protocole anesthésique de chaque patient a été défini en fonction de leur statut ASA et de la procédure, ovariectomie ou castration. La maintenance anesthésique a été néanmoins toujours réalisée avec un anesthésique volatile (isoflurane).

Un monitoring comprenant un électrocardiogramme, l'oxymétrie pulsée, la capnographie, la pression artérielle non invasive, la qualité des pouls, les signes de réveil (position des globes oculaires, tonus de la mâchoire) et le suivi de température a également été mis en place avec des données relevées toutes les 5 minutes.

Une fluidothérapie intraveineuse a également été mise en place selon les besoins de chaque patient par le service d'anesthésie du CHUVAC.

L'anesthésie et l'analgésie ont été jugulées de sorte à conserver une pression artérielle moyenne supérieure à 60 mmHg, un Et-CO₂ compris entre 35 et 45 mmHg ainsi que l'absence de signes de réveil et de douleur.

La durée d'anesthésie est définie comme la durée de la prémédication au réveil (extubation).

4. Mesure de la pression artérielle non invasive

Les pressions artérielles systolique, moyenne et diastolique ont été mesurées de manière non invasive par méthode oscillométrique à l'aide du moniteur iPM12Vet-Mindray. Un brassard adapté au patient (hauteur de 30 à 40% de la circonférence du membre, (Acierno et al. 2018)) est positionné sur un membre pelvien ou thoracique et ne change pas de position pour un même patient durant toute l'expérimentation.



Figure 30 : Moniteur iPM12Vet-Mindray. Source : Mindray.com

5. *Obtention des images échographiques*

Les images échographiques ont été réalisées avec le même matériel et la même méthodologie que pour le groupe 1. Elles ont été réalisées par le même opérateur, étudiante en 5^{ème} année (EE) au CHUVAC de l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse.

6. *Traitement des images échographiques*

Pour chaque temps, les mesures sont réalisées sur 3 clips avec la fonction « Ellipse » sur le logiciel MyLabDesk afin d'obtenir la moyenne des surfaces maximales (en mm²) de la veine jugulaire externe et l'artère carotide commune. Le rapport jugulaire/carotide est ensuite calculé.

7. *Statistiques et analyse des données*

Pour les données suivant une loi normale, les résultats seront exprimés en moyennes +/- écart-type, tandis que les variables discrètes seront présentées sous forme de médiane (min-max).

Le test de Pearson a été utilisé pour évaluer la corrélation de deux variables quantitatives. Si la p-value $\leq 0,001$, le résultat du test est considéré comme très fortement significatif, pour une p-value $\leq 0,01$, comme fortement significatif et p-value $\leq 0,05$ comme significatif. Le coefficient de corrélation R permet d'estimer la force de la corrélation. Plus le coefficient R^2 est proche de 1 (en valeur absolue), plus la relation est forte ; un R^2 proche de 0,5 équivaut à une corrélation modérée et un R^2 égal à 0 indique l'absence de corrélation.

Les analyses statistiques ont été effectuées à l'aide du logiciel Excel 2014® et le site de biostatistiques BiostaTGV.

B. RESULTATS

1. *Données démographiques*

Au total, sur la période expérimentale, 12 chiens ont été candidats à entrer dans cette étude. 2 ont été exclus pour agressivité, 3 pour agitation liée au stress. La population étudiée dénombre donc 7 chiens (groupe 2).

5 d'entre eux ont été définis ASA I et les 2 restants en ASA 2 car ayant une tumeur testiculaire non métastasée dans un cas et un testicule induré associé à une hyperplasie prostatique dans l'autre cas.

L'effectif des chiens reçus pour des chirurgies de convenance (7 au total) comprend 57% de femelles (ovariectomie) et 43% de mâles (castration). La médiane de l'âge est de 1 ans (0,5 - 9) et celle du poids est de 17 kg (2,85 - 28).

2. Considérations anesthésiques

a) Protocole anesthésique

Le protocole anesthésique n'a pas été standardisé. Il a été choisi pour chaque patient selon leur statut ASA et l'intervention chirurgicale. De plus, la potentialisation de la narcose et l'analgésie peranesthésique ont été adaptées au besoin durant la chirurgie.

Patient	PREMEDICATION (en mg/kg)	INDUCTION (en mg/kg)	MAINTENANCE (en mg/kg)	ANALGESIE PER- ANESTHESIQUE (en mg/kg)
Cas 1	ACP (0,025) Méthadone (0,2)	Propofol (4)	Isoflurane Propofol (0,3)	DexMDT (0,001) A T2+30mn
Cas 2	ACP (0,03) Méthadone (0,2)	Propofol (3,8)	Isoflurane	Morphine (0,1)
Cas 3	MDT (0,005) Méthadone (0,2)	Propofol (2) Diazépam (0,2)	Isoflurane Propofol (1)	Morphine (0,1)
Cas 4	ACP (0,015) Méthadone (0,2)	Propofol (2,5)	Isoflurane	/
Cas 5	MDT (0,007) Méthadone (0,2)	Propofol (2) Diazépam (0,2)	Isoflurane Propofol (1,5)	Morphine (0,1)
Cas 6	MDT (0,007) Méthadone (0,2)	Propofol (0,5)	Isoflurane ACP (0,010)	Morphine (0,1)
Cas 7	MDT (0,007) Méthadone (0,2)	Propofol (2)	Isoflurane Propofol (0,5) ACP (0,005)	Morphine (0,1)

Tableau 3 : Protocoles anesthésiques des chiens du groupe 2 (n=7). Les doses sont exprimées en mg/kg.

(ACP : Acépromazine ; MDT : Médétomidine ; DexMDT : Dexmédétomidine)

b) *Durée d'anesthésie*

La médiane de la durée d'anesthésie est de 2h45mn (2h – 5h40mn). Cette variabilité est expliquée par la durée de la chirurgie.

3. *Evolution du rapport jugulaire/carotide au cours de l'anesthésie en lien avec la pression artérielle non invasive*

a) *Evolution du rapport jugulaire/carotide au cours de l'anesthésie*

Dans la Figure 31 est représentée l'évolution peranesthésique du rapport jugulaire/carotide. Compte tenu de la différence de la durée de l'anesthésie entre les animaux, nous avons mis en cohérence les temps principaux de l'anesthésie (T0, T1, T2, T3) afin d'obtenir une même durée fixe d'anesthésie volatile (T2 à T3) et de pouvoir comparer les individus entre eux. Les données brutes des rapports jugulaire/carotide ont été conservées et sont représentées par chaque point entre T2 et T3 (Figure).

Excepté pour le cas 1, on observe une tendance à l'augmentation du rapport jugulaire/carotide au cours de l'anesthésie par rapport au temps T0 (animal vigile). D'autre part, excepté pour le cas 2, on observe une tendance à la diminution du rapport jugulaire/carotide au réveil, par rapport au dernier temps d'anesthésie T2-x (Figures 31 et 32).

Afin d'objectiver la tendance à l'augmentation du rapport au cours de l'anesthésie, nous avons effectué la différence des rapports jugulaire/carotide entre le dernier temps avant le réveil, soit T2-x (variable en fonction des cas) et le temps vigile, soit T0 (Figure 33). La ligne rouge représente le zéro soit l'absence de différence entre le temps T2-x et le temps T0.

On remarque effectivement que le rapport échographique jugulaire/carotide a augmenté chez tous les cas (sauf le cas 1) au dernier temps avant le réveil T2-x par rapport au temps vigile T0.

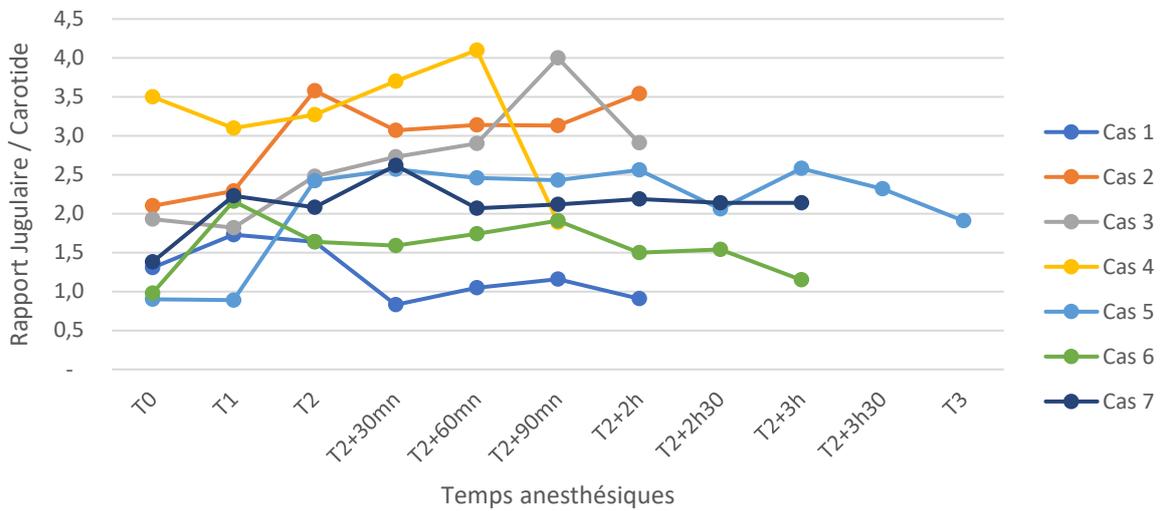


Figure 31 : Evolution du rapport jugulaire/carotide obtenu par une méthode échographique au cours de l'anesthésie chez le chien (n=7)

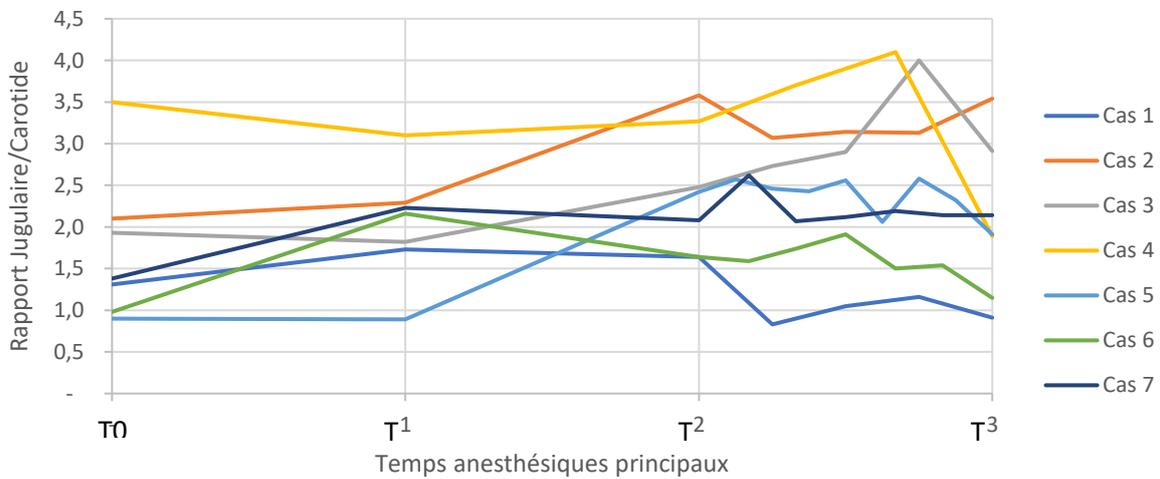


Figure 32 : Evolution du rapport jugulaire/carotide obtenu par une méthode échographique en fonction des temps principaux de l'anesthésie chez le chien (n=7)

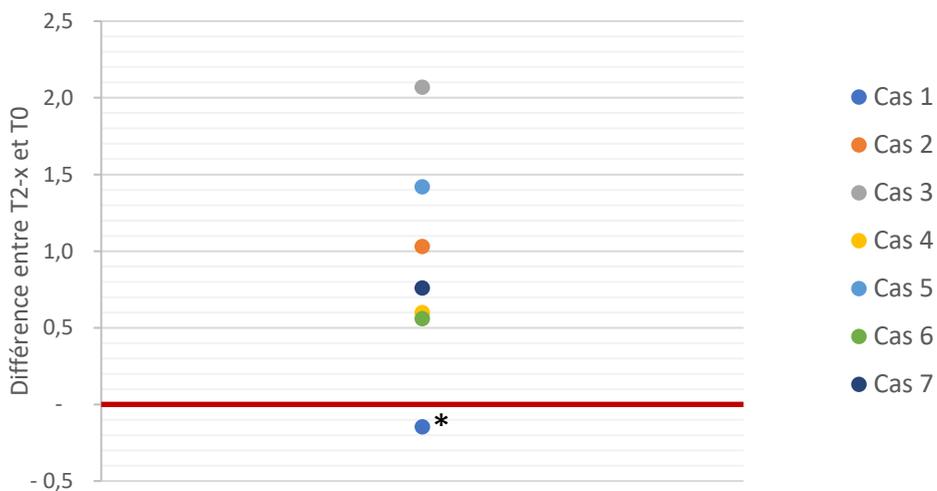


Figure 33 : Différence des rapports échographiques Jugulaire/Carotide entre le dernier temps avant le réveil T2-x et le temps vigile T0 (n=7)

Si l'on répète le même type de graphe pour chaque temps entre T0 et T2-x, on obtient la Figure 34.

On note sur ce graphique que l'augmentation du rapport jugulaire/carotide, par rapport au temps T0, n'intervient pas au même moment pour chaque cas. Par exemple, pour le cas 4, on note une augmentation du rapport entre le temps T2 et le temps T2+30mn.

D'autre part, pour le cas 1 (*), on observe une augmentation du rapport puis une diminution par rapport à T0 au temps T2+30mn ; ce temps correspond à un moment où ce chien a reçu l'administration de dexmédétomidine à 1µg/kg par voie intraveineuse (III-A.2. Protocole anesthésique).

Par ailleurs, nous avons effectué la différence des rapports jugulaire/carotide entre T3 (réveil) et T2-x. On peut alors remarquer qu'il y a une diminution ou une absence de modification du rapport au réveil sauf pour le cas 2 (Figure 35).

a) *Evolution de la pression artérielle moyenne au cours de l'anesthésie*

Dans la Figure 36 est représentée l'évolution de la pression artérielle moyenne au cours du temps.

De même que pour les rapports jugulaire/carotide, nous avons mis en cohérence les temps principaux de l'anesthésie (T1, T2, T3) afin d'obtenir une même durée fixe d'anesthésie volatile (T2 à T3) et de pouvoir comparer les individus entre eux. Les données brutes de la pression artérielle moyenne ont été conservées et sont représentées par chaque point entre T2 et T3 (Figure 37).

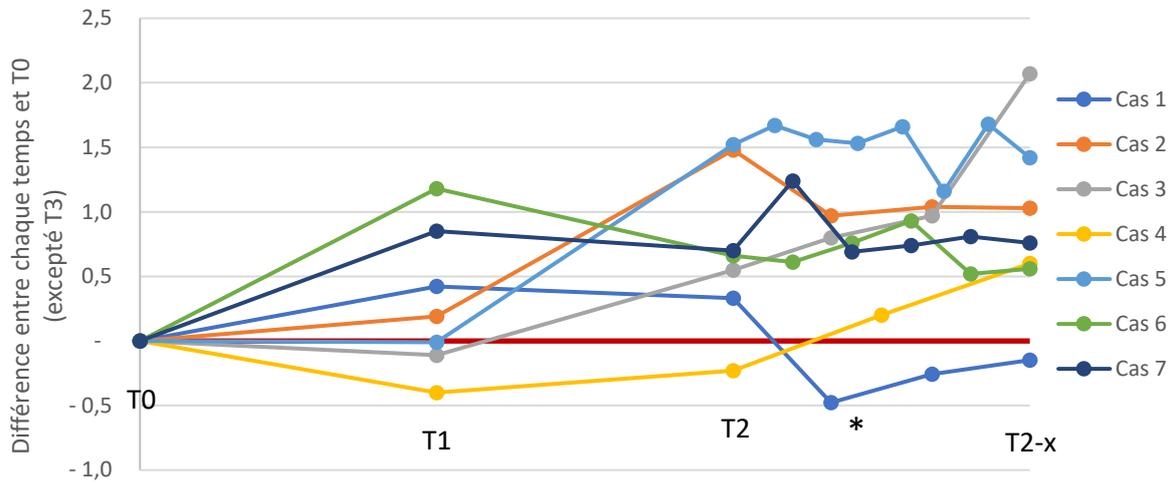


Figure 34 : Evolution de la différence des échographiques rapports Jugulaire/Carotide entre chaque temps (excepté T3) et le temps vigile T0 (n=7)



Figure 35 : Différence des rapports Jugulaire / Carotide entre le réveil T3 et le dernier temps avant le réveil T2-x (n=7)

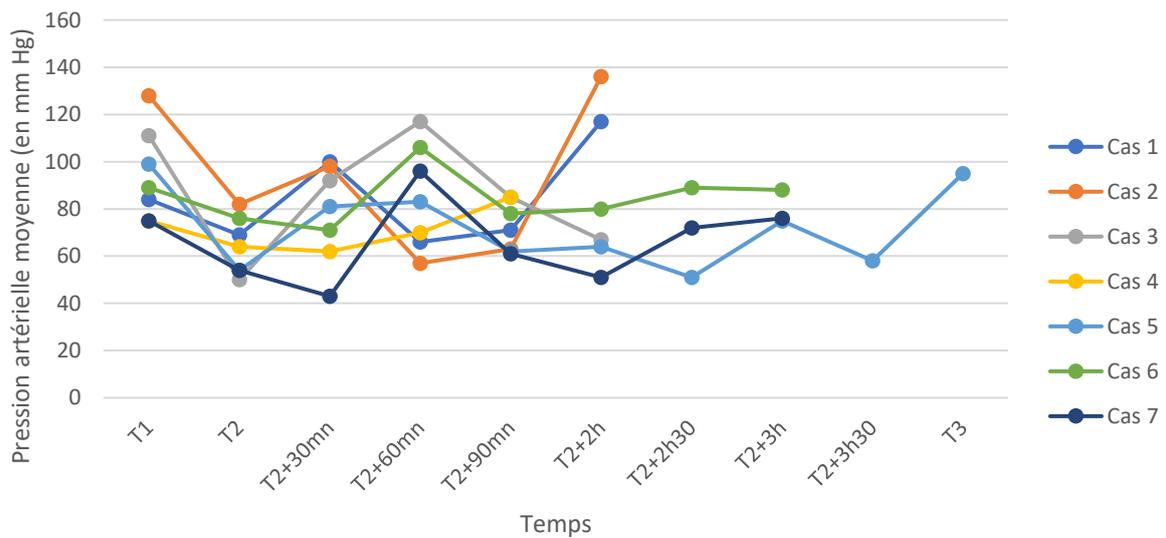


Figure 36 : Evolution de la pression artérielle moyenne (mm Hg) au cours de l'anesthésie chez le chien (n=7)

On observe une tendance à la diminution des pressions artérielles moyennes au cours de l'anesthésie. Cependant, au cours de l'intervention chirurgicale, entre T2 et T3, on note la présence de nombreuses variations de pression artérielle (Figure 37).

On a alors réalisé les différences des pressions artérielles moyennes entre chaque temps avant le réveil et le temps T1 (Figure 38). On observe majoritairement une diminution de la pression artérielle moyenne ; cependant au cours de la chirurgie, on note 3 valeurs supérieures à la pression artérielle moyenne du temps T1, et notamment pour le cas 1 (*) lors de l'administration de dexmédétomidine.

b) *Corrélation du rapport jugulaire/carotide à la pression artérielle moyenne*

Au cours de l'anesthésie, on constate une tendance à l'augmentation du rapport jugulaire/carotide et une diminution de la pression artérielle moyenne. Cependant, on observe également des variabilités inter-individuelles.

C'est pourquoi nous avons comparé l'évolution du rapport jugulaire/carotide à celle de la pression artérielle moyenne pour chaque individu.

Pour exemple, le cas 1 est représenté dans la Figure 39. L'ensemble des courbes se situe en Annexe 4. Les p-values des régressions linéaires de chaque cas sont supérieures à 0,05, ce qui signifie qu'il n'existe pas de lien linéaire entre le rapport jugulaire/carotide et la pression artérielle moyenne..

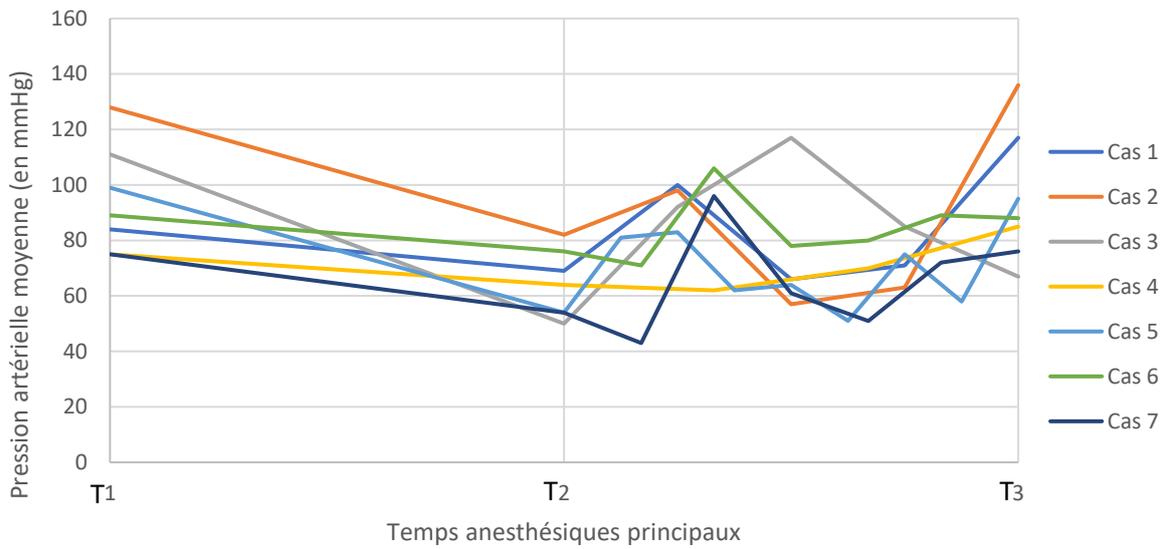


Figure 37 : Evolution de la pression artérielle moyenne (mm Hg) en fonction des temps anesthésiques principaux chez le chien (n=7)

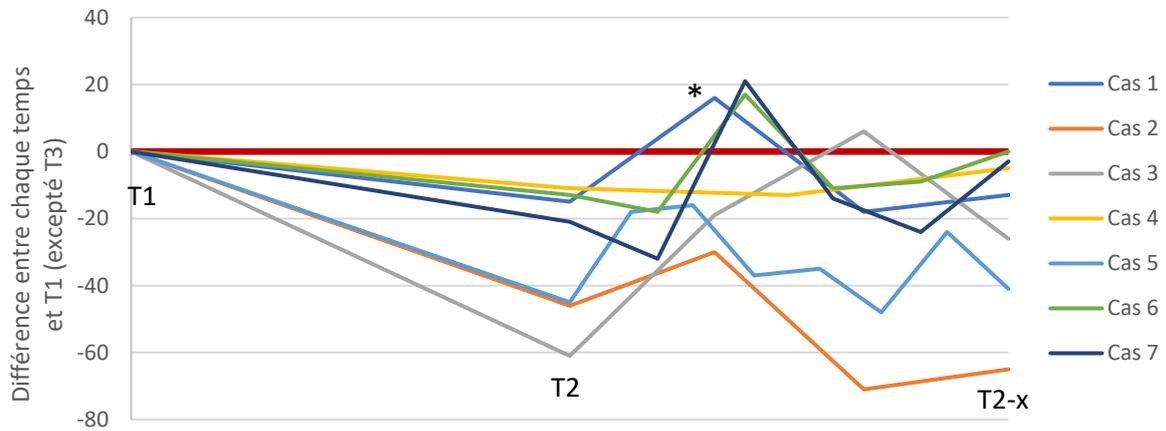


Figure 38 : Evolution de la différence des PAM entre chaque temps (avant le réveil) et le temps T1 (n=7)

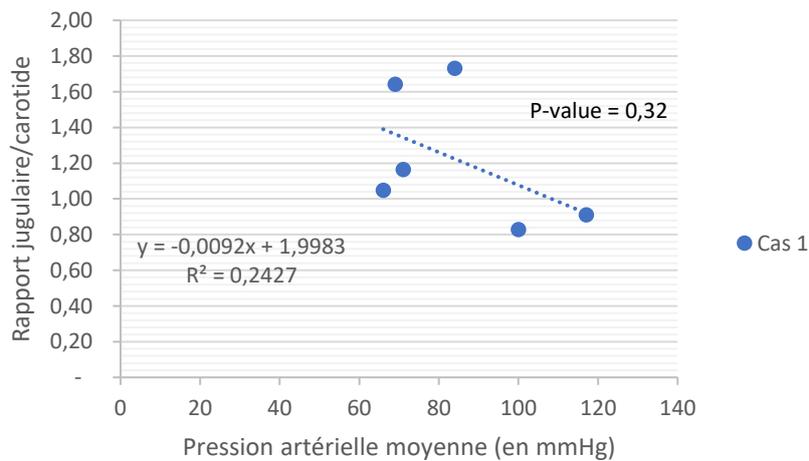


Figure 39 : Comparaison du rapport échographique jugulaire/carotide à la pression artérielle moyenne chez le chien anesthésié (n=1)

PARTIE 3 : DISCUSSION

Le but de cette étude pilote expérimentale était d'une part d'étudier la faisabilité d'une méthode échographique dans la mesure du diamètre et de la surface de la jugulaire et de la carotide, comparés à ceux obtenus par un examen tomодensitométrique chez le chien anesthésié. D'autre part, il s'agissait de mettre cliniquement en application cette méthode non invasive et notamment en lien avec l'évolution de la pression artérielle au cours d'une anesthésie générale chez le chien.

Ainsi, nos résultats montrent que l'échographie est effectivement une méthode fiable dans l'approche non invasive de la mesure du diamètre et de la surface de la carotide et de la jugulaire chez le chien. Les surfaces de la veine jugulaire externe et de l'artère carotide commune obtenues par échographie sont fortement corrélées à celles mesurées sur des images obtenues par un examen scanner, ce qui rend cliniquement pertinente cette approche. Cette méthode d'évaluation s'inscrit notamment dans les recommandations publiées dans *The Annals of Emergency Medicine*, qui consistent à mesurer les diamètres perpendiculaires, grand axe et petit axe, à cheval sur la paroi du vaisseau (American College of Emergency Physicians 2009), équivalent à relever la surface d'une ellipse. La pression exercée par la sonde échographique sur les vaisseaux et notamment sur la jugulaire externe, ne semble donc pas altérer la qualité des mesures de surface des vaisseaux. Dans tous les cas, il convient aussi de garder à l'esprit qu'il ne faut pas appliquer une pression excessive avec la sonde échographique afin de ne pas induire l'activation du baroréflexe. En effet, chez l'homme, une étude prospective sur l'influence de la compression au niveau du sinus carotidien droit pendant 20 secondes a mis en évidence une diminution significative conjointe de la pression artérielle (Campón-Checkroun et al. 2018). Cela peut néanmoins être nuancé dans le cadre de notre étude car le site de mesure se situe crânialement aux sinus carotidiens.

La mesure du diamètre semblerait être une méthode cliniquement plus pertinente car elle implique à la fois un gain de temps pour l'opérateur ainsi qu'une interprétation plus rapide au chevet du patient. Cependant, contrairement à la surface, nos résultats montrent que la mesure échographique du diamètre de la veine jugulaire externe est davantage modifiée. Cela peut s'expliquer en partie par sa déformabilité connue et par ailleurs préalablement décrite (Poulsen Nautrup et al. 2005). Bien que la mesure échographique du diamètre soit moins bien corrélée aux mesures obtenues sur un examen scanner, l'utilisation du diamètre petit axe de la veine jugulaire externe reste une méthode envisageable.

En outre, l'applicabilité clinique d'une méthode de mesure quelle que soit sa nature dépend de sa répétabilité et reproductibilité. Dans notre étude, la variabilité intra- et inter-opérateurs était comprise dans les limites d'agrément pour la totalité des mesures. L'approche échographique de mesure de la surface de la jugulaire externe et de la carotide commune telle que décrite dans notre travail représente donc une méthode répétable et reproductible. Il convient toutefois de souligner que les mesures ont été effectuées sur les mêmes clips échographiques acquis par un unique opérateur dans un souci de temps et de praticité, non spécialiste en imagerie de surcroît. Afin de conforter nos premiers résultats encourageants, il serait intéressant de prolonger ce travail préliminaire en réalisant les images par 2 opérateurs ainsi que par un imageur expérimenté. A notre connaissance, il n'y a pas de données bibliographiques sur la comparaison de l'acquisition d'images échographiques de la jugulaire externe et de la carotide commune par des vétérinaires non expérimentés par rapport à un imageur expérimenté. Enfin, même si ces résultats ne sont présentés qu'en annexe, on observe une variabilité de dimension des vaisseaux entre les côtés droit et gauche pour un même individu à l'examen tomodensitométrique (Annexe 5). Dans le cadre d'un suivi longitudinal, on ne peut donc que conseiller de réaliser la répétition de ces mesures en conservant strictement la même latéralité, c'est-à-dire à gauche ou à droite de l'animal, pour un même individu.

Dans un second temps, nous avons donc mis en pratique cette approche échographique dans un réel contexte clinique. Nous avons pour cela suivi l'évolution peranesthésique des mesures échographiques de surface ainsi que du rapport jugulaire/carotide de ces mesures chez le chien. Cela a permis de mettre en évidence une tendance à l'augmentation peranesthésique du rapport jugulaire/carotide associée à une tendance à la diminution de la pression artérielle. Malgré l'absence de significativité statistique, ces premiers résultats sont compatibles avec notre hypothèse initiale. En effet, la majorité des médicaments de l'anesthésie, notamment les anesthésiques volatiles comme l'isoflurane sont à l'origine d'une hypotension, secondaire à une vasodilatation. Ainsi, nous nous attendions à observer une augmentation du rapport jugulaire / carotide, en relation avec une vasodilatation de la veine jugulaire externe mais pas de l'artère carotide commune, conjointement à une diminution de la pression artérielle systémique, si elle était observée au cours d'une anesthésie générale. L'étude du rapport échographique veine cave caudale/aorte dans un contexte de don du sang chez des chiens avait déjà permis de mettre en évidence vasoconstriction veineuse suite à une déplétion sanguine, illustrée par une diminution du rapport VCC/Ao (Cambournac et al. 2018). C'est pourquoi notre postulat de départ était d'observer une augmentation du rapport jugulaire/carotide dans un contexte de vasodilatation peranesthésique. De plus, nous avons suivi un paramètre

hémodynamique, la pression artérielle non invasive car dans cette autre étude, le rapport VCC/Ao corrélait de manière significative avec la variation de pression artérielle systolique chez des chiens anesthésiés sous isoflurane (Meneghini et al. 2016). Cependant, nous avons fait le choix d'étudier des vaisseaux différents, la veine jugulaire externe et l'artère carotide commune, car ces vaisseaux sont plus accessibles quel que soit le gabarit du chien et faciles à localiser. De plus, la fenêtre échographique de ces vaisseaux est davantage accessible pour la plupart des interventions chirurgicales (exceptées ophtalmologiques), contrairement à celle de l'aorte et de la veine cave caudale. A notre connaissance, aucune étude n'a encore examiné le rapport jugulaire/carotide au cours d'une anesthésie générale chez le chien. Dans notre étude, chez le cas 1, on observe une diminution du rapport échographique jugulaire/carotide associée à une augmentation de la pression artérielle moyenne dans le cadre d'une administration de dexmédétomidine à 1 µg/kg par voie intraveineuse. En effet, la dexmédétomidine est un α_2 -agoniste partiel ayant des effets hémodynamiques tels qu'une bradycardie, une vasoconstriction périphérique et une augmentation de la pression veineuse centrale (Murrell, Hellebrekers 2005). L'augmentation de résistance vasculaire périphérique induit à son tour une augmentation de la pression artérielle et selon notre hypothèse de départ, l'augmentation de la pression veineuse centrale pourrait être à l'origine de la diminution du rapport jugulaire/carotide. Une bradycardie a également été notée. Une étude rétrospective en médecine humaine suggère qu'à cette dose (1 µg/kg), de tels effets ne sont pas observés (Zamani et al. 2016). En revanche, dans cette revue (Murrell, Hellebrekers 2005), les auteurs précisent que contrairement à l'homme, cette dose peut induire des effets secondaires chez le chien. Ce cas met donc clairement en lumière la perspective clinique concernant l'utilisation de la méthode échographique du rapport jugulaire/carotide dans le suivi de la volémie et confirme notre hypothèse de départ.

Concernant l'évolution de la pression artérielle non invasive, nous pouvons observer une tendance à la diminution au cours de l'anesthésie. En effet, les molécules utilisées dans les protocoles anesthésiques, mis à part les α_2 -agonistes en premier lieu, ont des propriétés hypotensives (Plumb 2018). Tous les chiens de cette étude ont reçu une anesthésie gazeuse à base d'isoflurane. Cette molécule induit une hypotension secondaire à une vasodilatation, qui semble plus importante qu'une TIVA de propofol à effet équivalent (Plumb 2018). En revanche, on observe une forte variabilité inter-individuelle durant l'intervention chirurgicale (entre T2 et T3). En effet, les valeurs hautes de pression artérielle moyenne peuvent correspondre aux phases de réveil observées au cours de l'anesthésie ainsi qu'à des stimulations nociceptives. Ceci peut expliquer, comme attendu, l'absence de corrélation linéaire entre la pression artérielle moyenne et le rapport jugulaire/carotide. Chez l'homme, le manque

de spécificité et de sensibilité du suivi de la pression artérielle dans la détection d'une hypovolémie a été décrite (Wilson et al. 2003). De plus, l'absence de valeur de pression artérielle au temps T0, due aux mouvements de l'animal, ne permet pas de réaliser correctement ce suivi.

L'intérêt du rapport échographique jugulaire/carotide réside dans le développement d'un nouveau suivi instrumental peranesthésique non invasif, reproductible et facile à réaliser même pour un vétérinaire non expérimenté en imagerie médicale, du statut volémique d'un chien. A terme, cela permettrait la mise en place d'une thérapeutique adaptée en fonction du statut volémique du patient et attester de l'efficacité du remplissage vasculaire après réévaluation. Cette méthode échographique de mesure de surface de la jugulaire et de la carotide s'inscrit donc bien dans un suivi et une approche individuelle. Elle consiste non pas à établir des valeurs de référence pour une population donnée, mais à réaliser un suivi au cours du temps du rapport jugulaire/carotide, c'est-à-dire un indice adimensionnel, chez un même individu qui est son propre témoin. En outre, ce protocole défini a été standardisé pour être réalisé au chevet du patient, sans tonte et dans des décubitus différents. Seule la coupe transversale a été étudiée afin de réduire le temps opérateur mais l'étude de la coupe longitudinale pourrait être envisagée (Poulsen Nautrup et al. 2005). Cela s'inscrit dans une démarche clinique pratique et efficace dans la même optique qu'une échographie POCUS.

Cependant, nos résultats bien qu'encourageants nécessitent d'être confirmés à l'aide d'un effectif plus important. De plus, le protocole anesthésique n'a pas été standardisé, ce qui a pu induire une variabilité inter-individuelle.

Pour conclure, cette étude démontre la faisabilité comme la pertinence clinique de la méthode d'approche non invasive échographique des surfaces des vaisseaux jugulaire externe et carotide commune chez le chien anesthésié. Les faibles variabilités inter- et intra-opérateur suggèrent que les mesures sont fiables et semblent indépendantes de l'opérateur, même avec des vétérinaires non expérimentés en échographie. Cette étude offre une perspective clinique de développement de cette approche échographique comme un moyen de surveillance non invasif et continu sur des animaux présentant un réel déficit volémique en anesthésie-réanimation.

BIBLIOGRAPHIE

ACIERNO, Mark J., BROWN, Scott, COLEMAN, Amanda E., JEPSON, Rosanne E., PAPICH, Mark, STEPIEN, Rebecca L. et SYME, Harriet M., 2018. ACVIM consensus statement: Guidelines for the identification, evaluation, and management of systemic hypertension in dogs and cats. In : *Journal of Veterinary Internal Medicine*. novembre 2018. Vol. 32, n° 6, pp. 1803-1806. DOI 10.1111/jvim.15331.

AMERICAN COLLEGE OF EMERGENCY PHYSICIANS, 2009. Emergency ultrasound guidelines. In : *Annals of Emergency Medicine*. 2009. Vol. 53, pp. 550-570.

BARONE, Robert, 2011. *Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome cinquième, Angiologie*. Deuxième édition. Paris : Vigot. ISBN 978-2-7114-0418-6.

BOULPAEP, Emile L., 2012. Chapter 23: Regulation of arterial pressure and cardiac output. In : BOULPAEP, Emile L. et WALTER, F.Boron, *Medical physiology : a cellular and molecular approach*. Second edition. Philadelphia, United States : Saunders Elsevier. pp. 504-528. ISBN 978-1-4377-1753-2.

CAMBOURNAC, M., GOY-THOLLOT, I., VIOLÉ, A., BOISVINEAU, C., POUZOT-NEVORET, C. et BARTHÉLEMY, A., 2018. Sonographic assessment of volaemia: development and validation of a new method in dogs: Sonographic assessment of volaemia in dogs. In : *Journal of Small Animal Practice*. mars 2018. Vol. 59, n° 3, pp. 174-182. DOI 10.1111/jsap.12759.

CAMPÓN-CHECKROUN, Angélica María, LUCEÑO-MARDONES, Agustín, RIQUELME, Inmaculada, OLIVA-PASCUAL-VACA, Jesús, RICARD, François et OLIVA-PASCUAL-VACA, Ángel, 2018. Effects of the Right Carotid Sinus Compression Technique on Blood Pressure and Heart Rate in Medicated Patients with Hypertension. In : *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*. novembre 2018. Vol. 24, n° 11, pp. 1108-1112. DOI 10.1089/acm.2017.0350.

CIOZDA, William, KEDAN, Ilan, KEHL, Devin W., ZIMMER, Raymond, KHANDWALLA, Raj et KIMCHI, Asher, 2015. The efficacy of sonographic measurement of inferior vena cava diameter as an estimate of central venous pressure. In : *Cardiovascular Ultrasound*. décembre 2015. Vol. 14, n° 1, pp. 33. DOI 10.1186/s12947-016-0076-1.

GAROFALO, Natache A, NETO, Francisco J Teixeira, ALVAIDES, Renata K, DE OLIVEIRA, Flávia A, PIGNATON, Wangles et PINHEIRO, Renato T, 2012. Agreement between direct, oscillometric and Doppler ultrasound blood pressures using three different cuff positions in anesthetized dogs. In : *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*. juillet 2012. Vol. 39, n° 4, pp. 324-334. DOI 10.1111/j.1467-2995.2012.00711.x.

HALL, John E. et HALL, Michael E., 2020. Chapter 19 : Role of the Kidneys in Long-Term Control of Arterial Pressure in Hypertension. In : HALL, John E. et HALL, Michael E., *Guyton and hall textbook of medical physiology*. 14th edition. Philadelphia : Elsevier. ISBN 978-0-323-59712-8.

JACOBS-FOHRMAN, Zoë R., BARNES, Tamsin S., MCEWEN, Margaret M. et GOODWIN, Wendy A., 2020. Clinical evaluation of arterial blood pressure in anesthetized dogs by use of a veterinary-specific multiparameter monitor. In : *American Journal of Veterinary Research*. août 2020. Vol. 81, n° 8, pp. 635-641. DOI 10.2460/ajvr.81.8.635.

MENEGHINI, Caterina, RABOZZI, Roberto et FRANCI, Paola, 2016. Correlation of the ratio of caudal vena cava diameter and aorta diameter with systolic pressure variation in anesthetized dogs. In : *American Journal of Veterinary Research*. février 2016. Vol. 77, n° 2, pp. 137-143. DOI 10.2460/ajvr.77.2.137.

MURRELL, Joanna C et HELLEBREKERS, Ludo J, 2005. Medetomidine and dexmedetomidine: a review of cardiovascular effects and antinociceptive properties in the dog. In : *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*. mai 2005. Vol. 32, n° 3, pp. 117-127. DOI 10.1111/j.1467-2995.2005.00233.x.

NG, Lorraine, KHINE, Hnin, TARAGIN, Benjamin H., AVNER, Jeffrey R., USHAY, Michael et NUNEZ, Denise, 2013. Does Bedside Sonographic Measurement of the Inferior Vena Cava Diameter Correlate With Central Venous Pressure in the Assessment of Intravascular Volume in Children?: In : *Pediatric Emergency Care*. mars 2013. Vol. 29, n° 3, pp. 337-341. DOI 10.1097/PEC.0b013e31828512a5.

PLUMB, Donald C, 2018. *Plumb's veterinary drug handbook*. S.l. : s.n. ISBN 978-1-119-34445-2.

POULSEN NAUTRUP, Cordula, KÄSTNER, Wolfgang, DENKEWITZ, Bettina et REESE, Sven, 2005. Le cou. In : *Guide pratique d'échographie canine et féline*. Paris : Med'com. pp. 109-122. ISBN 978-2-914738-45-3.

SCHWARZ, Tobias et SAUNDERS, Jimmy, 2011. *Veterinary Computed Tomography*. United Kingdom : Wiley-Blackwell. ISBN 978-0-8138-1747-7.

SIMMONS, Jeffery P. et WOHL, James S., 2014. Chapter 6 : Hypotension. In : SILVERSTEIN, Deborah et HOPPER, Kate, *Small Animal Critical Care Medicine*. Second edition. United States : Saunders Elsevier. pp. 27-30. ISBN 978-1-4557-0306-7.

STEPHENSON, Robert B., 2020. Chapter 25 : Neural and Hormonal Control of Blood Pressure and Blood Volume. In : KLEIN, Bradley G., *Cunningham's Textbook of Veterinary Physiology*. Sixth edition. Missouri, United States : Elsevier. pp. 262-271. ISBN 978-0-323-55227-1.

WILSON, Michael, DAVIS, Daniel P et COIMBRA, Raul, 2003. Diagnosis and monitoring of hemorrhagic shock during the initial resuscitation of multiple trauma patients: a review. In : *The Journal of Emergency Medicine*. mai 2003. Vol. 24, n° 4, pp. 413-422. DOI 10.1016/S0736-4679(03)00042-8.

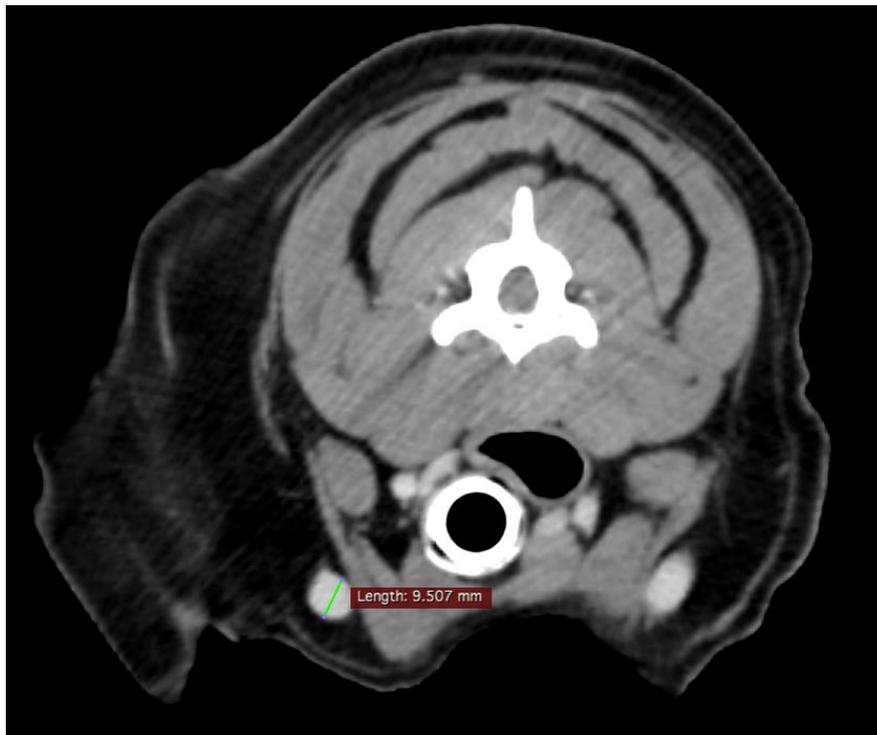
ZAMANI, Mohammad Mahdi, KESHAVARZ-FATHI, Mahsa, FAKHRI-BAFGHI, Maryam Sadat, HIRBOD-MOBARAKEH, Armin, REZAEI, Nima, BAHRAMI, Amir et NADER, Nader D., 2016. Survival benefits of dexmedetomidine used for sedating septic patients in intensive care setting: A systematic review. In : *Journal of Critical Care*. avril 2016. Vol. 32, pp. 93-100. DOI 10.1016/j.jcrc.2015.11.013.

ANNEXES

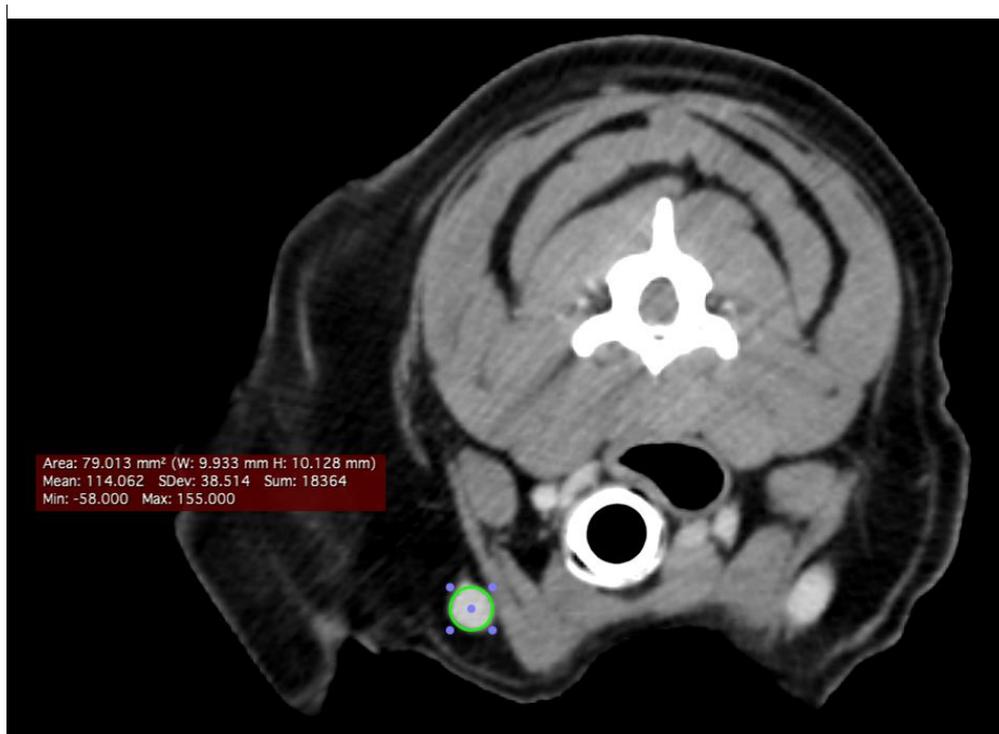
Annexe 1 : Relevé de données sur 3 clips échographiques pour chaque vaisseau du groupe 1 (n=11)

	Clip 1	Clip 2	Clip 3	Moyenne des surfaces de la jugulaire	Clip 1	Clip 2	Clip 3	Moyenne des surfaces de la carotide
<i>Cas 1</i>	28,0	26,0	29,0	27,7	10,0	11,0	11,0	10,7
<i>Cas 2</i>	49,0	50,0	48,0	49,0	17,0	18,0	18,0	17,7
<i>Cas 3</i>	47,0	48,0	47,0	47,3	25,0	26,0	23,0	24,7
<i>Cas 4</i>	41,0	40,0	42,0	41,0	20,0	21,0	22,0	21,0
<i>Cas 5</i>	26,0	27,0	28,0	27,0	10,0	10,0	11,0	10,3
<i>Cas 6</i>	53,0	52,0	54,0	53,0	15,0	15,0	16,0	15,3
<i>Cas 7</i>	59,0	60,0	59,0	59,3	23,0	23,0	25,0	23,7
<i>Cas 8</i>	29,0	33,0	31,0	31,0	17,0	17,0	17,0	17,0
<i>Cas 9</i>	20,0	19,0	21,0	20,0	4,0	5,0	5,0	4,7
<i>Cas 10</i>	28,0	29,0	30,0	29,0	18,0	17,0	18,0	17,7
<i>Cas 11</i>	34,0	36,0	35,0	35,0	17,0	18,0	18,0	17,7

Annexe 2 : Diamètre luminal de la veine jugulaire externe à l'examen tomodynamométrique post-injection chez un chien anesthésié. Source : EE – logiciel Horos

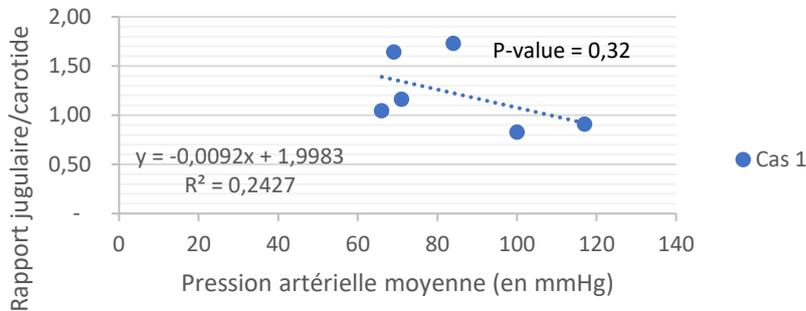


Annexe 3 : Surface luminale de la veine jugulaire externe à l'examen tomodynamométrique post-injection chez un chien anesthésié. Source : EE – logiciel Horos

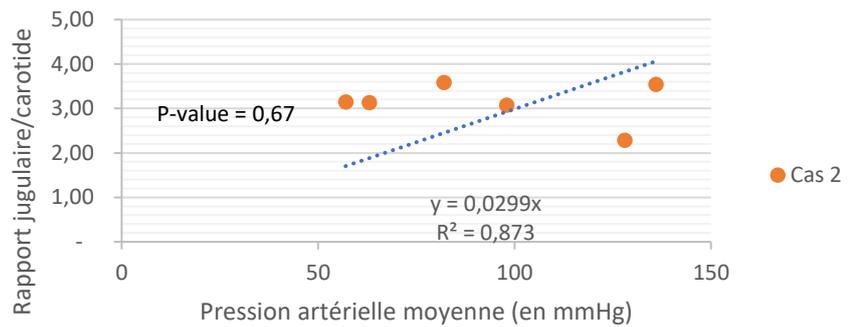


Annexe 4 : Comparaison du rapport jugulaire/carotide à la pression artérielle moyenne (en mmHg) chez le chien anesthésié pour les cas 1 à 7 (n=7)

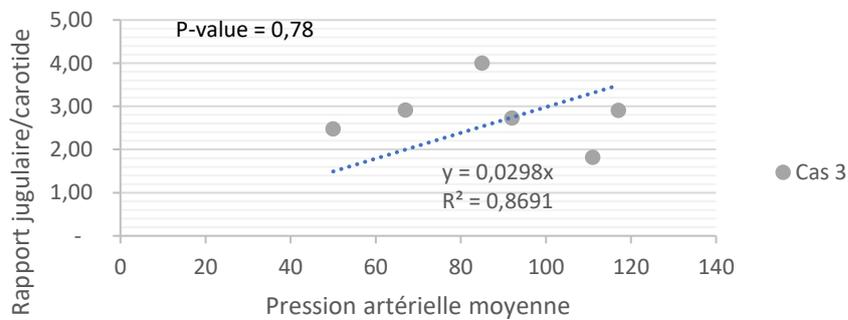
Cas 1 : corrélation du rapport jugulaire/carotide à la pression artérielle moyenne (n=1)



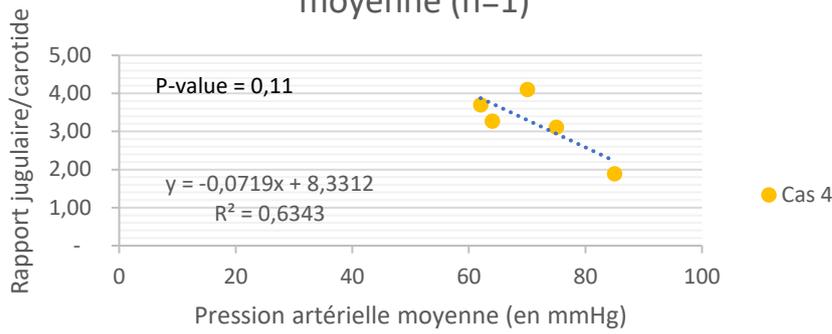
Cas 2 : corrélation du rapport jugulaire/carotide à la pression artérielle moyenne (n=1)



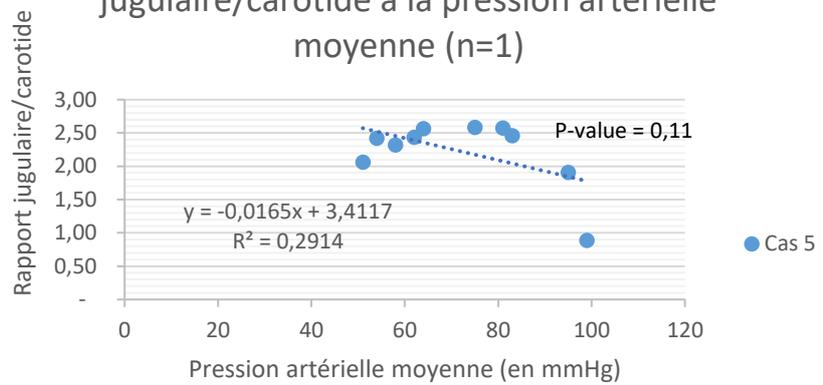
Cas 3 : corrélation du rapport jugulaire/carotide à la pression artérielle moyenne (n=1)



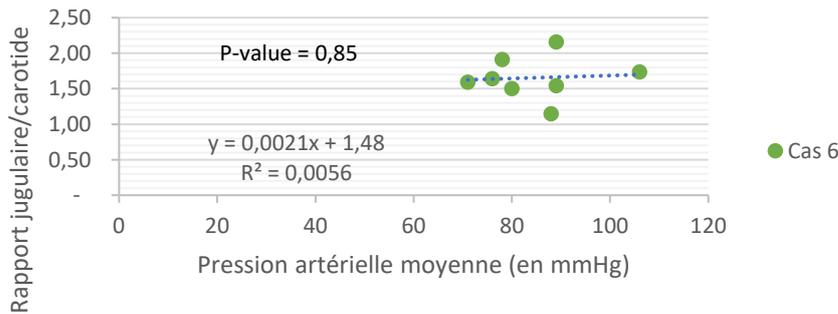
Cas 4 : corrélation du rapport jugulaire/carotide à la pression artérielle moyenne (n=1)



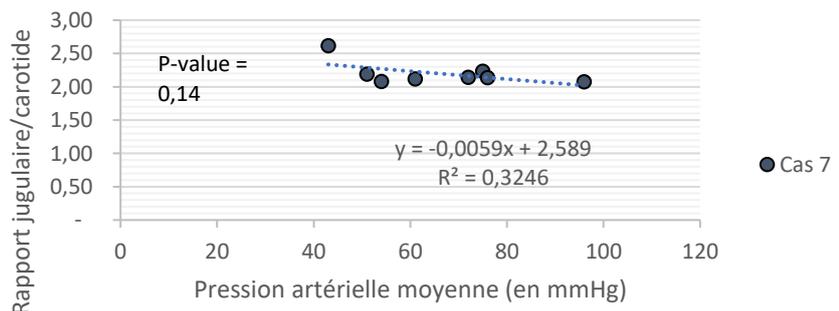
Cas 5 : corrélation du rapport jugulaire/carotide à la pression artérielle moyenne (n=1)



Cas 6 : corrélation du rapport jugulaire/carotide à la pression artérielle moyenne (n=1)



Cas 7 : corrélation du rapport jugulaire/carotide à la pression artérielle moyenne (n=1)



Annexe 5 : Surfaces des vaisseaux étudiés au scanner en fonction de la latéralité (cohorte 1, n=11)

	Latéralité des mesures	Moyenne des surfaces de la jugulaire	Moyenne des surfaces de la carotide
Cas 1	G	31,9	11,0
	D	46,7	16,0
Cas 2	G	49,2	16,5
	D	52,3	18,0
Cas 3	G	44,5	25,4
	D	44,6	28,1
Cas 4	G	34,3	20,4
	D	38,4	20,5
Cas 5	G	41,4	10,7
	D	32,2	9,6
Cas 6	G	52,1	16,0
	D	45,3	13,5
Cas 7	D	70,3	36,2
	G	70,3	31,3
Cas 8	D	33,1	18,2
	G	32,0	18,7
Cas 9	D	13,7	4,3
	G	10,7	4,0
Cas 10	D	23,3	21,0
	G	20,0	19,0
Cas 11	D	36,2	17,2
	G	41,3	19,0

(G : gauche de l'animal ; D : droite de l'animal)

NOM – PRENOM : Estoueigt Elsa

**COMPARAISON DES MESURES ECHOGRAPHIQUES ET TOMODENSITOMETRIQUES DU RAPPORT JUGULAIRE /
CAROTIDE CHEZ LE CHIEN – EVOLUTION AU COURS D'UNE ANESTHESIE GENERALE**

RESUME :

En anesthésie-réanimation, de nombreux contextes, tels qu'une hypovolémie à l'origine d'une hypotension, nécessitent la mise en place d'une surveillance accrue au chevet du patient. Le monitoring hémodynamique est donc essentiel afin d'adapter la thérapeutique et d'optimiser la fonction cardio-vasculaire. Cette étude a pour but de décrire la faisabilité d'une méthode échographique permettant d'évaluer le statut volémique d'un chien en mesurant le rapport veine jugulaire externe / artère carotide commune au cours d'une anesthésie générale.

Cette étude pilote expérimentale prospective a été réalisée sur 18 chiens au total dont 11 reçus pour un examen tomodensitométrique (cohorte 1) et 7 pour une chirurgie de convenance sous anesthésie générale (cohorte 2). Le premier groupe (cohorte 1) a permis de définir et de décrire une méthode fiable pour la réalisation du rapport échographique jugulaire/carotide. Le second (cohorte 2), quant à lui, a permis de mettre en application la méthodologie établie avec la cohorte 1 et de suivre le rapport jugulaire/carotide au cours de l'anesthésie. Plusieurs temps ont été définis sur la période anesthésique, à savoir en amont de la prémédication jusqu'au réveil (T0 à T3). Le suivi de la pression artérielle non invasive a également été mis en place.

La variabilité intra- et inter-opérateur était dans les limites d'agrément pour la totalité des mesures. De plus, les surfaces des vaisseaux étudiés à l'échographie sont fortement et significativement corrélées à celles obtenues à l'examen tomodensitométrique. Les diamètres sont quant à eux modérément corrélés et peuvent être envisagés afin de réduire le temps opérateur. Le suivi, au cours d'une anesthésie générale, a mis en évidence une tendance à l'augmentation du rapport jugulaire/carotide ainsi qu'à la diminution de la pression artérielle.

Cette étude démontre la faisabilité comme la pertinence clinique de la méthode d'approche échographique des diamètres et surfaces des vaisseaux jugulaire externe et carotide commune chez le chien anesthésié.

MOTS-CLES : anesthésie, chien, échographie, rapport jugulaire/carotide, tomodensitométrie

COMPARISON OF ULTRASOUND AND CT MEASUREMENTS OF THE JUGULAR/CAROTID RATIO IN DOGS - EVOLUTION DURING GENERAL ANAESTHESIA

ABSTRACT:

In anaesthesia-resuscitation, many situations, such as hypovolaemia leading to hypotension, require enhanced bedside monitoring. Hemodynamic monitoring is therefore essential to adapt the therapy and optimise the cardiovascular function. The aim of this study was to describe the feasibility of an ultrasound method to assess the volemic status of a dog by measuring the external jugular vein/common carotid artery ratio during general anaesthesia.

This prospective experimental pilot study was performed on a total of 18 dogs, 11 of which were received for CT examination (cohort 1) and 7 for convenience surgery under general anaesthesia (cohort 2). The first group (cohort 1) was used to define and describe a reliable method for performing the jugular/carotid ultrasound ratio. The second group (cohort 2) applied the methodology established in cohort 1 and followed the jugular/carotid ratio during anaesthesia. Several time points were defined during the anaesthetic period, i.e. from before premedication to recovery (T0 to T3). Non-invasive blood pressure monitoring was also implemented.

The intra- and inter-operator variability was within the approval limits for all measurements. In addition, the vessel areas studied on ultrasound were strongly and significantly correlated with those obtained on CT scan. The diameters are moderately correlated and can be considered to reduce the operator time. Follow-up during general anaesthesia showed a trend towards an increase in the jugular/carotid ratio and a decrease in blood pressure.

This study demonstrates both the feasibility and clinical relevance of the ultrasound approach to the diameters and surfaces of the external jugular and common carotid vessels in anaesthetised dogs.

KEY WORDS: anaesthesia, dog, ultrasound, jugular/carotid ratio, CT scan