



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
DEPARTAMENTO DE CLÍNICA VETERINÁRIA



AVALIAÇÃO DA VITALIDADE NEONATAL EM FELINOS DOMÉSTICOS DE ACORDO COM O TIPO DE PARTO

VIVIANE YUKARI HIBARU

Botucatu/SP
Janeiro /2022



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
DEPARTAMENTO DE CLÍNICA VETERINÁRIA



AVALIAÇÃO DA VITALIDADE NEONATAL EM FELINOS DOMÉSTICOS DE ACORDO COM O TIPO DE PARTO

VIVIANE YUKARI HIBARU

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista para obtenção do título de Mestre em Medicina Veterinária.

Orientadora: Prof. Dra. Maria Lucia Gomes Lourenço

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP

BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE-CRB 8/5651

Hibaru, Viviane Yukari.

Avaliação da vitalidade neonatal em felinos domésticos de acordo com o tipo de parto / Viviane Yukari Hibaru. - Botucatu, 2022

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia

Orientador: Maria Lucia Gomes Lourenço

Capes: 50501062

1. Felídeo. 2. Neonatologia. 3. Animais recém-nascidos. 4. Distocia. 5. Eutocia.

Palavras-chave: Distocia; Eutocia; Felinos; Neonatologia; Neonatos felinos.

Nome do autor: Viviane Yukari Hibiru
TÍTULO: AVALIAÇÃO DA VITALIDADE NEONATAL EM FELINOS
DOMÉSTICOS DE ACORDO COM O TIPO DE PARTO

COMISSÃO EXAMINADORA

Profa. Ass. Dra. Maria Lucia Gomes Lourenço

Presidente e Orientadora

Departamento de Clínica Veterinária

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP – Botucatu, SP

Profa . Dra . Silvia Edelweiss Crusco

Membro titular

Instituto de Ciências da Saúde - ICS

Universidade Paulista – UNIP – São Paulo

Profa. Titular Dra. Maria Denise Lopes

Membro titular

Departamento de Cirurgia Veterinária e Reprodução Animal

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP – Botucatu, SP

AGRADECIMENTOS

“O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) por meio do Programa de Excelência Acadêmica (PROEX) - Código de Financiamento 001.”

Agradeço à Deus, aos meus antepassados por terem me guiado para realizar meu sonho de aprender e trabalhar na área de neonatologia. Muito obrigada por me darem forças para que eu conseguisse estar aqui hoje, esperançosa por um futuro melhor.

Agradeço a toda minha família pelo apoio, em especial para meus pais, Mauro e Edna, aos meus avós Fumiko e Koiti, minha avó Etsuka por me darem apoio nesta jornada fora de casa, para que eu pudesse ir atrás do meu sonho.

Agradeço aos meus amigos que conheci nesta jornada em Botucatu, foi um prazer conhecer e conviver esse tempinho com vocês: Keylla, Mariana, Ana Paula, Luanda, Raymis, Fernanda, Ísis, Jeniffer, João, Luiz, Jaqueline, Beatriz, Carolina e Mary.

Agradeço o auxílio no meu projeto aos meus amigos e amigas residentes, que sempre estavam dispostos a me ajudar: Fabiane, Kárita, Gabriela, Matheus, Juliana, Gabriel, Mayara, Larissa, Diego, Monike, Renata.

Agradeço a todos os professores do Departamento de Reprodução Animal, em especial a professora Fabiana, e a professora Eunice, por sempre se importarem comigo e com os neonatos, pessoas tão solícitas e simpáticas com todos.

Agradeço a todos os professores do Departamento de Clínica Veterinária, em especial a professora Maria Lucia e o professor Luiz Henrique, por sempre terem nos auxiliado na clínica do neonato e dos filhotes, e por estarem sempre à frente caso houvesse necessidade.

Agradeço aos dois gatis que disponibilizaram o local para que eu pudesse realizar a pesquisa, gatil Czar Acosta e Lbmaster, as criadoras Laura e Glória que foram gentis durante todo o processo da pesquisa, e sempre amigáveis.

Agradeço muito duas pessoas que foram essenciais para o início desta caminhada, a Keylla, pois foi através dela que vi que era uma realidade atender neonatos caninos e felinos, o que me fez empolgar e querer saber mais sobre eles, e como sempre foi e ainda é tão simpática e solícita a todos que mandam mensagens para ela perguntando como funciona para seguir essa área, e assim ela me encaminhou

para a minha futura orientadora Maria Lucia. À minha querida orientadora, apesar de ter passado por um momento difícil na época que eu queria entrar, me acolheu muito bem sem nem mesmo ter me conhecido antes, somente pela indicação. E agradeço muito por isso, por ter me dado a oportunidade de realizar o acompanhamento e consequentemente os atendimentos juntamente com o grupo de estudos e pesquisa em Neonatologia Veterinária. Não tenho tantas palavras para agradecer-las por tamanho aprendizado em pouco tempo. Meu sincero Muito Obrigado do fundo do meu coração, onde vocês podem ter certeza de que estão para sempre.

Agradeço a todos os neonatos e filhotes pacientes, pelo aprendizado que puderam me proporcionar, pelos desafios que tive que passar para poder ajudar cada vez mais filhotes. Espero muito que exista cada vez mais profissionais se capacitando nesta área para poder salvar mais e mais, e que a neonatologia continue crescendo continuamente.

À todos meu eterno agradecimento.

LISTA DE QUADROS

CAPÍTULO I

Quadro 1. Parâmetros fisiológicos de filhotes de gatos (LITTLE, 2013).....	12
Quadro 2. Glicose sanguínea de filhotes de gatos até a quarta semana de idade (VON DEHN, 2014).....	16

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

Tabela 1. Escore Apgar para cães recém-nascidos	25
Tabela 2. Sistema de avaliação dos reflexos neonatais	26
Tabela 3. Valores de média, desvio padrão, significância estatística e valores mínimo e máximo dos parâmetros avaliados (pontuação escore Apgar; pontuação reflexos; FC; FR; SpO2; glicemia; temperatura; peso) dos grupos (cesariana e eutocia) e momentos (ao nascimento, 10 minutos e 60 minutos).....	29
Tabela 4. Pontuação do Escore Apgar modificado sugerido para gatos recém-nascidos.....	30

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO II

Figura - 1 Avaliação do escore Apgar modificado ou escore de vitalidade neonatal: frequência cardíaca (a), frequência respiratória (b), coloração das mucosas (c), tônus muscular (d), e irritabilidade reflexa (e)	25
Figura - 2 Avaliação dos reflexos neonatais: reflexo de sucção (a), reflexo de procura (b), reflexo de endireitamento (c)	26
Figura - 3 Aferição da temperatura em gato recém-nascido.....	27
Figura - 4 Aferição do peso em gato recém-nascido.....	27
Figura - 5 Aferição da glicemia em gato recém-nascido.....	28
Figura - 6 Aferição da saturação periférica de oxigênio em gato recém-nascido.....	28

LISTA DE ABREVIATURAS

BPM	Batimentos por minuto
FC	Frequência cardíaca
FR	Frequência respiratória
GC	Grupo cesariana
GE	Grupo eutocia
Mg	Miligrama
MPM	Movimentos por minuto
Kg	Quilograma
SpO ₂	Saturação periférica de oxigênio

SUMÁRIO

RESUMO	1
ABSTRACT	2
CAPÍTULO I	3
REVISÃO DE LITERATURA	3
1. INTRODUÇÃO	4
2.1 Mortalidade neonatal felina	5
2.2. Particularidades obstétricas e neonatais em gatos	7
2.2.1. Eutocia	7
2.2.2. Distocia e Cesariana	8
3. Particularidades fisiológicas neonatais no gato	9
3.1 Sistema cardiovascular	9
3.2 Sistema respiratório	10
3.3 Sistema termorregulador	13
3.4 Sistema hepatobiliar	14
4. Avaliação da vitalidade neonatal	17
4. OBJETIVOS	20
CAPÍTULO II	21
TRABALHO CIENTÍFICO	21
REFERÊNCIAS	23

HIBARU, V. Y. **Avaliação da vitalidade neonatal em felinos domésticos de acordo com o tipo de parto.** Botucatu. 2021. 83 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP).

RESUMO

A avaliação da vitalidade neonatal consiste na utilização do sistema de pontuação de Apgar modificado (mucosas, frequência cardíaca e respiratória, irritabilidade reflexa, tônus muscular), acrescido de reflexos neonatais (sucção, procura e endireitamento) e demais parâmetros clínicos como temperatura, peso, glicemia e saturação periférica de oxigênio. Há diversos estudos de vitalidade em cães, porém escassos estudos em gatos neonatos. O presente estudo teve como objetivo padronizar o escore Apgar e reflexos neonatais em felinos domésticos nascidos por cesariana emergencial e parto eutócico. Assim, o estudo visou determinar o possível uso dos parâmetros neonatais ao nascimento para diagnosticar precocemente neonatos em risco, melhorar a assistência médica, proporcionando uma conduta clínica adequada no pós-parto imediato, e com isso impactar na redução na taxa de mortalidade de gatos recém-nascidos. Foram avaliados 32 neonatos, sendo 19 animais no Grupo Eutócico (GE) e 13 animais do Grupo Cesariana (GC). Os animais foram avaliados ao nascimento, 10 minutos e 60 minutos após. Na comparação entre os grupos, o GC apresentou significativamente baixo escore de modificado de Apgar ($p < 0,0001$) e menor saturação de oxigênio periférico SpO_2 ($p = 0,0535$) (ao nascimento), reflexos reduzidos ($p < 0,0001$), menor frequência respiratória ($p < 0,0001$) (ao nascimento, 10 minutos e 60 minutos) e maior glicemia ($p = 0,0009$) (ao nascimento) em relação ao GE. O estudo demonstrou baixa vitalidade em gatos nascidos por cesariana em comparação aos oriundos de parto eutócico. As avaliações realizadas neste estudo permitiram identificar recém-nascidos com baixa vitalidade e em emergência, propiciando intervenção clínica imediata. Além disso, permitiu salientar as diferenças dos parâmetros clínicos ao nascimento na espécie felina em comparação a canina. É essencial que a avaliação clínica específica para o recém-nascido felino seja realizada. A assistência imediata ao nascimento aumenta a chance de sobrevivência destes pacientes.

Palavras-chave: Felinos, neonatos felinos, eutocia, distocia, neonatologia

HIBARU, V. Y. **Assessment of neonatal vitality in domestic cats according to the type of delivery.** Botucatu. 2021. 83 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP).

ABSTRACT

The assessment of neonatal vitality consists of using the modified Apgar scoring system (mucosa, heart and respiratory rate, reflex irritability, muscle tone), plus neonatal reflexes (sucking, seeking and straightening) and other clinical parameters such as temperature, weight, blood glucose and peripheral oxygen saturation. There are several studies of vitality in dogs, but few studies in newborn cats so far. The present study aimed to evaluate and compare these clinical parameters in domestic cats born by emergency cesarean and eutocic delivery. Thus, the study aimed to determine the possible use of neonatal parameters at birth to diagnose newborns at risk early, improve medical care, providing an adequate clinical management in the immediate postpartum period, and with this impact on the reduction in the mortality rate of newborn cats. -born. Thirty-two neonates were evaluated, 19 animals in the Eutocic Group (EG) and 13 animals in the Cesarean Group (CG). The animals were evaluated at birth, 10 minutes and 60 minutes later. When comparing the groups, the CG had a significantly low modified Apgar score ($p < 0.0001$) and low SpO₂ ($p = 0.0535$) (at birth), reduced reflexes ($p < 0.0001$), lower frequency respiratory ($p < 0.0001$) (at birth, 10 minutes and 60 minutes) and higher blood glucose ($p = 0.0009$) (at birth) compared to EG. The study demonstrated low vitality in cats born by caesarean compared to those born through eutocic delivery. The evaluations carried out in this study allowed the identification of newborns with low vitality and in emergency, thus, the immediate intervention could be carried out. Furthermore, it is important to highlight the differences in clinical parameters at birth of the feline species compared to the canine species. It is essential that the clinical assessment specific to the feline newborn is carried out. Immediate birth assistance increases the chance of survival for these patients.

Keywords: Felines, feline neonates, eutocia, dystocia, neonatology

CAPÍTULO I
REVISÃO DE LITERATURA

1. INTRODUÇÃO

Com o grande desenvolvimento da área de neonatologia veterinária, médicos veterinários e tutores de animais de estimação estão à procura de melhor atendimento para a cadela ou gata e seus filhotes no período crítico de transição fetal-neonatal, preocupando-se cada vez mais com o bem-estar dos animais de companhia (ROMAGNOLI et al., 2019; SOCHA et al., 2019).

O período neonatal em gatos possui uma alta mortalidade, principalmente nos primeiros dias de vida, possivelmente por estar associado à imaturidade do paciente neonato e às diversas doenças/alterações que acabam por culminar em óbito, decorrentes do parto, fatores maternos, ambientais e infecções bem como, por ausência de assistência médica adequada.

Além disso, imediatamente após o nascimento, os neonatos felinos necessitam se adequar rapidamente ao meio extrauterino, a falha na transição e adaptação fetal-neonatal é considerada uma das principais causas de mortalidade em cães e gatos recém-nascidos (MÜNNICH, 2008; LOURENÇO, 2015). Esta falha pode estar associada à asfíxia perinatal exacerbada, devido às distocias, bem como pela depressão cardiorrespiratória associada à anestesia, resultando em falha na adaptação respiratória, síndrome do desconforto respiratório, depressão neonatal e baixa vitalidade (MOON et al., 2001; INDREBØ et al., 2007; LOURENÇO, 2015). Desta forma, métodos de avaliação clínica ao nascimento, que identifiquem neonatos em risco, são cruciais para a intervenção imediata, bem como, para a monitoração da evolução clínica do recém-nascido.

A utilização de métodos de avaliação clínica ao nascimento como o escore de Apgar modificado, reflexos neonatais, glicemia, peso, temperatura e saturação de oxigênio são preconizados na Neonatologia Veterinária e descritos em cães neonatos (SILVA, 2008; VERONESI et al., 2009; VASSALO et al., 2015; LEITE et al., 2019), contudo, em gatos são escassos (LITTLE, 2015; AXELSSON, 2019). Deste modo, pesquisas em gatos podem auxiliar na detecção da baixa vitalidade neonatal e de possíveis alterações neonatais, possibilitando a assistência precoce, aumentando a chance de sobrevivência de neonatos nascidos por cesariana e parto vaginal.

A espécie felina apresenta diversas particularidades inerentes que a diferencia da espécie canina. Portanto, estudos sobre avaliação clínica específica em gatos neonatos auxiliam na conduta clínica adequada a estes pacientes, uma vez que, observa-se frequentemente a utilização de parâmetros clínicos para cães, erroneamente considerados em gatos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Mortalidade neonatal felina

A medicina felina atualmente está em ascensão na Medicina Veterinária, uma vez que o gato possui particularidades diferentes do cão, necessitando de uma visão clínica mais atenta, devido à sutileza das alterações homeostáticas inerente à espécie felina, representando um grande desafio (LITTLE, 2016). Além das particularidades desta espécie, as características neonatais diferem de um animal adulto, o que deve ser de conhecimento do clínico para um atendimento adequado.

Índices de mortalidade neonatais mais elevados podem ser observados na Medicina Veterinária quando comparado à Medicina, que possui índices no mundo e no Brasil em torno de 1,7% e 0,8%, respectivamente (OMS, 2021). Diversos fatores de risco que levam a alta morbidade e mortalidade neonatal, muitas vezes são desconhecidos por grande parte dos clínicos veterinários, dentre eles fatores obstétricos, distocias, comportamento materno e neonatal, orfandade e principais afecções neonatais (DELGADO, 2020; LOWELL, 2020; DELGADO, 2021; DOLAN 2021).

Assim, pode ser observado que na obstetrícia felina há uma alta incidência de distocia, dividida em fatores maternos (69%) e fetais (31%) (BAILIN et al., 2021), por isso há necessidade de acompanhamento desde à reprodução até o nascimento dos filhotes, bem como durante todo o período neonatal (ROMAGNOLI et al., 2019; SOCHA et al., 2019).

A determinação do período neonatal na espécie felina apresenta divergências, alguns autores citam o intervalo desde o nascimento até a queda do cordão umbilical, que nos gatos acontece em até três dias de idade (LITTLE, 2011), do nascimento até o 10º dia

de idade, como um período no qual os filhotes se tornam mais independentes de suas mães e abrem os olhos, caminham, urinam e defecam espontaneamente (PRATS, 2005; PETERSON; KUTZLER, 2011). Ainda, consideram ser denominado de neonato, a partir do momento da aquisição de competência imunológica adequada, deste modo constatou-se que em filhotes de gato que mamaram o colostro, foram detectadas concentrações séricas de IgG e IgA até oito semanas de idade (CLAUS et al., 2006). Porém, a tendência atual é considerar o período neonatal como um período em que o filhote ainda depende da mãe para sobreviver, em média 30 dias de idade (GRUNDY, 2006; LAWLER, 2008; LITTLE, 2011; LOURENÇO, 2015), uma vez que, a partir deste período, a capacidade termorreguladora média do filhote torna-se semelhante à dos adultos, seguido pelo início do desmame (GRUNDY, 2006; LOURENÇO, 2015).

Apesar da taxa de mortalidade neonatal e pediátrica em gatos chegar até 8,2% (FOURNIER et al., 2017), à mortalidade antes do desmame pode variar de 14% a 16%, com índices mais elevados durante o parto, imediatamente após e nos primeiros dias de vida (CAVE et al., 2002; FOURNIER et al., 2017). A mortalidade média de gatos recém-nascidos entre o nascimento e as oito semanas de idade foi descrito em torno de 9,1%, e a maioria delas ocorreu na primeira semana de vida (SPARKES, 2006). De acordo a literatura, as taxas de mortalidade em filhotes de gatos variam de 7,9% a 29,1% com menos de sete semanas de idade em animais de pesquisas ou colônias de reprodução (YOUNG, 1973; JOHNSTON; ROOT; OLSON, 2001; SPARKES, 2006; STROM HOLST; FROSSLING, 2009; FOURNIER et al., 2017; ROMAGNOLI et al. 2019).

A taxa de mortalidade neonatal é mais elevada durante o parto e imediatamente após o parto (LAMM; NJAA, 2012; MÜNNICH; KÜCHENMEISTER, 2014; LOURENÇO 2015). Desta forma, a avaliação clínica ao nascimento e durante o período neonatal é de extrema importância para identificação de neonatos que necessitem de assistência médica e monitorização. O diagnóstico da baixa vitalidade leva a possibilidade da assistência precoce ao recém-nascido, aumentando as chances de sobrevivência (MÜNNICH, 2008; SILVA et al., 2009; VERONESI et al., 2009; VASSALO et al., 2015).

2.2. Particularidades obstétricas e neonatais em gatos

2.2.1. Eutocia

A duração da gestação em gatas domésticas é de aproximadamente 65 dias em média, porém pode variar entre 52 a 74 dias desde a cobertura/acasalamento até o início do parto (JOHNSTON; ROOT; OLSON, 2001; KUSTRITZ, 2006).

O parto é dividido em três estágios, sendo que no primeiro estágio a gata demonstra alguns sinais como agitação, preparação do ninho, vocalização, tremores e anorexia (DOMINGOS et al., 2008), sendo demonstrados todos ou somente alguns sinais clínicos. A duração do primeiro estágio de parto é inferior a duas horas em 82,9% das gatas segundo Sparkes (2006).

No segundo estágio, com duração entre três a seis horas (DOMINGOS et al., 2008), a gata pode demonstrar poucas contrações abdominais com rápida expulsão dos filhotes (DOMINGOS et al., 2008; PTASZYNSKA, 2008; 2017), passagem do fluido amniótico e retorno da temperatura corporal. Segundo Sparkes (2006), a duração do estágio dois ocorre de forma geral, em menos de seis horas em 85,7% dos partos, contudo, pode transcorrer em mais de 24 horas em 1,6%.

Por fim, o terceiro estágio, caracterizado pela expulsão das placentas, ocorre na maioria das vezes entre cinco a 15 minutos após a expulsão de cada recém-nascido. Neste momento, a fêmea limpará o neonato imediatamente depois de retirá-lo dos envoltórios fetais, romper o cordão umbilical e alimentar-se da placenta (DOMINGOS et al., 2008; PTASZYNSKA, 2008; 2017).

Na espécie canina, à vitalidade neonatal em cães nascidos em eutocia eleva-se progressivamente a partir do nascimento até uma hora após, sendo observada maior vitalidade em neonatos nascidos em eutocia quando comparados aos nascidos de cesariana (SILVA et al., 2009; VASSALO et al., 2015; TITKOVA et al., 2017). Esta condição pode estar relacionada a diversos fatores, como condições obstétricas, distocias, partos prolongados, e a depressão anestésica induzida durante a cesariana, exacerbando a asfixia e consequente hipóxia, culminando em depressão/baixa vitalidade (DOEBELI et al., 2013; BATISTA et al., 2014; DAVIDSON, 2014). É provável que tal fato provavelmente ocorra em neonatos felinos, considerando-se o tipo de parto, embora pesquisas correlacionando a vitalidade neonatal e o tipo de parto não foram abundantes

nesta espécie. Os métodos de avaliação da vitalidade neonatal na espécie felina, como escore de Apgar modificado, para determinação de neonatos de risco, imediatamente ao nascimento são importantes para se verificar inclusive a eficácia das manobras de reanimação neonatal.

2.2.2. Distocia e Cesariana

A distocia é a dificuldade de expulsão do (s) feto (s) pelo canal vaginal durante o parto. Pode ser causada por diversos fatores, tanto fetais como maternos, ou ainda a relação materno-fetal (VON HEIMENDAHL; CARIU, 2009).

As causas de distocia materna podem ocorrer devido a diversos fatores, dentre elas estão a inércia uterina primária, torção uterina, pelve estreita congênita, fraturas pélvicas mal consolidadas ou não tratadas, além das relacionadas à obesidade (VON HEIMENDAHL; CARIU, 2009; PTASZYNSKA, 2008; 2017).

As causas de origem fetal podem estar ligadas ao tamanho do feto relativamente exagerado, apresentação inadequada (PTASZYNSKA, 2008; 2017), presença de malformações e morte fetal. Em gatas, as raças mais predispostas a apresentar distocia são siamesa e persa (VON HEIMENDAHL; CARIU, 2009).

No estudo de Sparkes (2006), um total de 8% das gestações resultou em cesariana, com risco proeminente associado a ninhadas menores. Estes resultados não diferiram dos descritos por Gunn-Moore; Thrusfield (1995), em que 5,8% das cesarianas ocorreram em gatas com pedigree no Reino Unido.

Em um estudo retrospectivo de 155 casos de distocia felina, 67,1% dos casos foram de origem materna (inércia uterina), enquanto 29,7%, de origem fetal. Assim, as cesarianas foram realizadas em 123 (79,4%) gatas em distocia (EKSTRAND, LINDEFORSBERG, 1994).

As consequências neonatais da distocia prolongada caracterizam-se por asfixia, hipóxia grave e consequente bradicardia, falha na adaptação respiratória (bradipnéia ou dispneia), hipotermia, sofrimento fetal, acidose mista acentuada, hipercapnia, depressão/baixa vitalidade, reflexos neonatais diminuídos, e maiores taxas de mortalidade no período de transição fetal-neonatal (MOON et al., 2001; INDREBØ et al., 2007; MÜNNICH; KÜCHENMEISTER, 2014; VANNUCCHI; LOURENÇO, 2015).

Além disso, a cesariana pode levar à depressão neonatal pelos anestésicos administrados à fêmea, que muitas vezes impedem ou retardam o início da respiração neonatal, exacerbando a asfixia e tornando a reanimação uma medida necessária (INDREBØ et al., 2007; TRAAS, 2008; BATISTA et al., 2014).

Devido à alta taxa de cesarianas em gatas com distocia e em decorrência do uso de anestésicos, afetando conseqüentemente os neonatos, a assistência neonatal nos primeiros momentos de vida faz-se necessária a fim de se evitar maior taxa de mortalidade neonatal (TRAAS, 2008; BATISTA et al., 2014).

3. Particularidades fisiológicas neonatais no gato

Os neonatos nascem com todos os sistemas orgânicos imaturos, assim apresentam particularidades fisiológicas específicas do período neonatal. O conhecimento da fisiologia e conseqüentemente do desenvolvimento dos recém-nascidos é de suma importância para a percepção dos distúrbios orgânicos originados neste período.

3.1 Sistema cardiovascular

O sistema cardiovascular sofre mudanças dramáticas conforme o coração assume as funções previamente desenvolvidas pela circulação feto-maternal (GRUNDY, 2006). O neonato apresenta baixa pressão arterial, baixo volume e baixa resistência periférica do sistema circulatório (MAGRINI, 1978; ADELMAN; WRIGHT, 1985). E a fim de manter a perfusão periférica adequada, o neonato felino possui frequência cardíaca, débito cardíaco, volume plasmático, e pressão venosa central mais elevadas quando comparado aos adultos, portanto, a circulação neonatal deve ser considerada como um circuito de baixa resistência e alto fluxo (MAGRINI, 1978; ADELMAN; WRIGHT, 1985).

No que diz respeito ao controle da frequência cardíaca neonatal, estudos sugerem que em contraste a inervação parassimpática do coração, a inervação simpática é incompleta (MACE; LEVY, 1983). Embora haja evidência da maturidade estrutural parassimpática, respostas cronotrópicas em filhotes de cães em qualquer nível de estímulo neural são menores quando comparados com cães adultos, e antes dos 14 dias de idade, há aumento mínimo na frequência cardíaca em associação com administração de atropina,

sugestivo de falta de tônus vagal (FOX, 1966; MACE; LEVY, 1983). Em filhotes de gato, as respostas à estimulação vagal são descritas como indetectáveis até os 11 dias de idade (MACE; LEVY, 1983). Esses achados sugerem uma falta de desenvolvimento autônomo cardíaco completo durante o período neonatal e ajuda a explicar porque a atropina não é efetiva na ressuscitação neonatal (MACE; LEVY, 1983).

A bradicardia neonatal não é mediada pelo nervo vago e é um indicativo de hipoxemia e consequente hipóxia do miocárdio no feto e durante os primeiros quatro dias de vida. Embora o neonato aparente ter a capacidade de resistência à falha circulatória maior do que no animal adulto durante o período, é mais apropriado fornecer oxigênio ao invés de agentes parassimpáticos, tal como atropina, a administração desta, só exacerba hipoxemia cardíaca via aumento da demanda de oxigênio (GRUNDY, 2006).

Ademais, devido à imaturidade do sistema nervoso autônomo, o neonato é menos capacitado à resposta ao estresse fisiológico. Deve-se zelar para manter o ambiente neonatal com a finalidade de reduzir a demanda do sistema cardiovascular (GRUNDY, 2006). E, uma diferença fisiológica importante entre neonatos e adultos é a alta frequência cardíaca neonatal, que pode ser superior a 200bpm (faixa de 220 a 260 bpm) (LITTLE, 2011).

3.2 Sistema respiratório

Os mecanismos de controle neural, controladores da função respiratória no recém-nascido desenvolvem-se antes do nascimento, porém requer maturação no período pós-natal. O neonato é suscetível à hipóxia devido a um grande requerimento de oxigênio metabólico e imaturidade dos quimiorreceptores dos seios carotídeos. No período fetal, a hipóxia reduz movimentos respiratórios e falta de estímulo respiratório. E, no pós-parto imediato, o neonato apresenta uma resposta deprimida ao aumento da pressão parcial de dióxido de carbono e diminuição da pressão parcial de oxigênio (POFFENBARGER et al., 1990; MATTOS, 1997; LANDIM-ALVARENGA et al., 2006; LOURENÇO, 2015).

A quantidade de trabalho e pressão requeridas pelo neonato para manter a respiração corrente é maior comparado ao adulto devido à alta complacência da parede torácica. Nenhuma desordem respiratória que encurte a duração da inspiração tem um potencial enorme para ter um impacto negativo na troca gasosa no neonato (HADDAD; MELLINS, 1984).

A resposta ventilatória bifásica à hipoxemia no período neonatal foi descrita como um aumento inicial na ventilação por minuto (aumento no volume corrente e frequência) seguido por um declínio progressivo (HADDAD; MELLINS, 1984). O reflexo de respiração é induzido pela estimulação da região genital ou umbilical do neonato nos três primeiros dias após o nascimento e esta deve ser clinicamente utilizada imediatamente no estímulo respiratório no período pós-parto (FOX, 1964; POFFENBARGER et al., 1990; MATTOS, 1997; LANDIM-ALVARENGA et al., 2006; LOURENÇO, 2015).

Uma resposta ventilatória similar à hipóxia foi notada durante a avaliação de filhotes de gatos anestesiados, demonstrando frequência respiratória aumentada e volume corrente foram registrados (BLANCO et al., 1984). A inervação colinérgica vagal de vias aéreas de cães e gatos está presente e fisiologicamente funcional ao nascimento. Foi demonstrado que a estimulação elétrica vagal resultou em uma resistência inspiratória aumentada e complacência diminuída nos filhotes de gatos de com um a 14 dias de idade e em filhotes de cães de três a 14 dias de idade, sendo prevenida pela administração de atropina, sugerindo ativação do receptor muscarínico (FISHER et al., 1990).

Os efeitos da hipercapnia nos mecanismos pulmonares foram avaliados em filhotes de cães de dois a 16 dias de idade, assim a hipercapnia resultou em resistência inspiratória aumentada que foi eliminada com a administração anterior de atropina. Esses achados sugerem que o tônus reflexo broncomotor e inervação eferente vagal para as vias aéreas são funcionais no nascimento (WALDRON; FISHER, 1988). Comparativamente, há uma alteração inconsistente na resposta mecânica pulmonar (resistência inspiratória aumentada e complacência diminuída) para hipóxia em neonatos caninos e felinos, quando presente é questionado se é atribuível a uma resposta vagalmente mediada ou direta (FISHER et al., 1987; WALDRON; FISHER, 1988).

Em crianças, o menor consumo de oxigênio em decorrência da hipóxia moderada (15% de oxigênio), durante o nascimento e logo após, é observado (CROSS; TIZARD; TRYTALL, 1958). Filhotes de cães e gatos (MOORE, 1956a, b) respondem de modo similar aos humanos.

Em contrapartida, o animal recém-nascido tem mais chance de sobrevivência à anóxia, isto está relacionado a inúmeros fatores, e dois deles são: a temperatura ambiental e corporal (CORDIER; MAYER, 1935; GORLIN; LEWIS, 1954). Assim, um fator está

interligado no outro, pois se a temperatura ambiente estiver baixa, diminuirá a temperatura corporal, acarretando hipóxia.

O isolamento térmico do filhote de gato aumenta progressivamente após o nascimento. Logo, se ele estiver em uma temperatura ambiente fria, rapidamente perderá calor quando comparado a um animal adulto da espécie compatível (HILL, 1959). O aumento da perda de calor resulta da vasodilatação periférica durante a hipóxia (LINTZEL, 1931; GELLHORN, JANUS, 1936; ADOLPH, 1948; MILLER, JAMES; MILLER, 1966).

A queda da temperatura corporal durante a hipóxia aguda em neonatos ocorre quando há baixa produção de calor e diminuição do consumo de oxigênio gasoso e da produção de dióxido de carbono gasoso. E é de alguma importância clínica, pois levanta a questão de que pode ser adaptativa do neonato e é possível corrigir artificialmente a temperatura corporal apesar de causar uma sobrecarga adicional para o sistema cardiorrespiratório (ROHLICEK et al., 1996).

Um estudo (HANSON et al., 1989) avaliou o desenvolvimento pós-natal das respostas respiratórias reflexas frente à diferentes frações de oxigênio inspirado (FIO_2), em gatos neonatos em normóxia (criados no ar ambiente) e em gatos em hipóxia crônica (nascidos e criados com FIO_2 de 0,13-0,15), a partir do primeiro dia do nascimento e do 2º ao 3º, 4º ao 8º e do 9º ao 14º dias. A respiração foi medida de maneira não invasiva e sem sedação dos neonatos durante o sono. As frações de oxigênio inspirado utilizadas durante o teste foram de 0,21 e 0,14 e do controle 0,21. Logo após o nascimento, as respostas respiratórias em ambos os grupos foram tênues em qualquer idade pós-natal. Em gatinhos em normóxia não foi observada resposta significativa de reflexo respiratório antes do 4º dia de idade. No entanto, observou-se alternância significativa no tempo expiratório, frequência e ventilação a partir do 4º ao 8º dia e, no volume corrente no 9º ao 14º dia. Nos neonatos em hipóxia crônica, não houve diferença significativa entre as diferentes FIO_2 utilizadas em nenhum dos momentos avaliados.

No grupo em normóxia, o aumento da resposta reflexa respiratória com a evolução da idade pós-natal provavelmente reflete a maturação pós-natal na sensibilidade dos quimorreceptores periféricos. O retardo do desenvolvimento no grupo em hipóxia crônica, reflete função anormal ou maturação retardada da sensibilidade dos receptores periféricos frente à hipóxia. Os resultados demonstraram não apenas a evolução da

maturação dos quimiorreceptores durante o período neonatal em gatos, como também a metodologia para se detectar alterações de desenvolvimento e/ou patológicas nos quimiorreceptores arteriais (EDEN; HANSON, 1986; BLANCO; HANSON; MCCOOKE, 1988; HANSON et al., 1989).

Apesar do mecanismo do recém-nascido em reduzir a temperatura corporal durante a hipóxia ainda ser idiopático, a diminuição da termogênese parece ser um fator importante (MORTOLA; GAUTIER, 1995). Porém, isto pode ocorrer, pois o fluxo sanguíneo redistribui-se distante da gordura marrom termogênica durante a hipóxia aguda no recém-nascido (SCHUBRING, 1986; SZELENYI; DONHOFFER, 1968).

Fatores como adaptação precoce do neonato, imaturidade dos quimiorreceptores periféricos, efeitos depressores centrais da hipóxia e aumento na impedância mecânica do sistema respiratório foram propostos por HADDAD; MELLINS (1984).

Pressupõe-se que após duas a três semanas do nascimento em gatos, a ventilação por minuto na hipóxia é parecida ou até menor quando comparada à ventilação por minuto na normoxia (BONORA et al., 1984). Ao invés do recém-nascido continuar produzindo energia e controlando a sua temperatura na hipóxia aguda, ele diminui estas atividades a fim de preservar a pressão de oxigênio nos órgãos vitais (MORTOLA; REZZONICO, 1988).

Em cães, a saturação periférica de oxigênio foi utilizada para identificar a perfusão tecidual pelo oxímetro de pulso, podendo diagnosticar mais rápido a progressão da hipóxia (NUNES; TERZI, 1999; SINEX 1999; ALMEIDA, 2018).

3.3 Sistema termorregulador

O centro termorregulador do organismo está localizado no sistema nervoso central (SNC), na região do hipotálamo anterior (HA). Os termorreceptores periféricos e centrais detectam as alterações ambientais e na temperatura interna, e a informação é carreada pelo sistema nervoso até o HA. Assim que os termorreceptores detectam anormalidade na temperatura do organismo, acima ou abaixo, estimulam o HA para aumentar a produção de calor e reduzir sua perda através de conservação do calor se o organismo estiver muito frio ou dissipação, se estiver muito quente (PETERSON, 2011).

Ao contrário dos adultos, os neonatos são poiquilotérmicos, entretanto, possuem respostas de busca de calor comportamentais bem desenvolvidas que mantêm uma temperatura retal estável desde que as fontes de calor estejam disponíveis (CRIGHTON, 1968).

Reflexos de tremor e vasoconstrição não são funcionais em um recém-nascido. Respostas fisiológicas notadas durante hipotermia incluem bradicardia, falha cardiovascular, lesão neuronal, e ileo (JOHNSTON et al., 2001). Além disso, os neonatos têm grande proporção da área de superfície em relação à massa corporal, pouca gordura corporal, fluxo sanguíneo precário em extremidades, grande quantidade de água na sua composição e incapacidade para arfar. Assim, os filhotes têm maior dificuldade de retenção do calor (PETERSON, 2011).

3.4 Sistema hepatobiliar

O sistema hepatobiliar no neonato canino é bem descrito, semelhante ao de muitas espécies, funcionalmente imaturo ao nascimento. Descrições do sistema hepatobiliar em neonatos felinos são escassas (GRUNDY, 2006). No nascimento, o neonato deve fazer a transição do suporte placentar para abastecimento de alimentos endógenos para a produção de glicose. Durante três a 24 horas, há declínio de estoques de glicogênio hepático em mais de 50% e há uma mudança de glicogenólise (KLIEGMAN et al., 1981; KLIEGMAN; MORTON, 1987). Para a manutenção de concentrações de glicose sanguínea, alimentação regular é requerida para providenciar uma fonte de energia. Além disso, o estado nutricional da mãe deve ser adequado, filhotes de mães famintas experimentam uma diminuição temporária de 24 horas na taxa de produção de glicose, somente após ocorre a adaptação (KLIEGMAN et al., 1981).

O neonato é imaturo em diversos sistemas, inclusive o hepático, ligado ao processo de desintoxicação dos fármacos e metabolismo glicêmico. Por isso, recém-nascidos possuem reservas limitadas de glicogênio e assim entram em um estado de hipoglicemia mais rapidamente (STURGESS, 2000).

O processo é complexo para o neonato manter a glicemia, pois engloba hormônios, enzimas hepáticas e a disponibilidade de substratos para sintetizar a glicose (HOSKINS, 2001). Os hormônios contra regulatórios relacionados ao controle glicêmico

são a adrenalina, o adrenocorticotrófico e o do crescimento (KANEKO; HARVEY; BRUSS, 1997).

Logo após a diminuição dos níveis de glicose após a fase de absorção da digestão, as células pancreáticas produzirão glucagon, conseqüentemente ocorrerá a glicogenólise, ou seja, a mobilização da glicose hepática dos estoques de glicogênio (HOSKINS, 2001). Nos cães, o glicogênio hepático reduz rapidamente ao redor de 31% da concentração presente ao nascimento após 24 horas (POFFENBARGER et al., 1990). E nos gatos, é comum a hipoglicemia assintomática devido ao seu metabolismo carnívoro. Ainda faltam mais informações sobre a capacidade do sistema hepatobiliar neonatal felino (VON DEHN, 2014).

E se houver a extensão da produção hepática, iniciará outro processo, a gliconeogênese (HOSKINS, 2001). Esta ocorre no fígado do neonato após nove horas sem alimentação (POFFENBARGER et al., 1990). No entanto, a gliconeogênese é mínima e imatura também em gatos neonatos, o que predispõe rapidamente à hipoglicemia persistente em caso de jejum e estresse prolongado (PETERSON; KUTZLER, 2011).

No jejum inicial, os níveis glicêmicos são mantidos em 75% pela glicogenólise e 25% pela gliconeogênese (HOSKINS, 2001). Os recém-nascidos possuem estoques de glicogênio hepático limitados e que rapidamente decaem durante o jejum. Os neonatos felinos possuem a concentração de glicose sanguínea próxima aos valores maternos, apesar disso a concentração diminui para cerca de 45 mg/dL entre as primeiras quatro a seis horas de vida estabilizando-se nas próximas 72 horas, em torno de 70 mg/dL. Sendo assim, a hipoglicemia sintomática nos referidos neonatos é observada com níveis séricos abaixo de 50 mg/dL, evidenciando um risco de óbito (MINOVICH, 2003).

Devido aos fatores citados acima e por possuírem um fígado com menor massa muscular e grande massa encefálica comparado ao seu tamanho corporal, recém-nascidos são mais propensos ao desenvolvimento de episódios hipoglicêmicos em relação aos adultos (HOSKINS, 2001). Além disso, no período pediátrico, até os quatro meses de idade caso apresentem anorexia e desidratação, podem ser mais susceptíveis a hipoglicemia (VON DEHN, 2014).

Embora existam estudos significativos, na área humana em neonatos, a determinação de um limite glicêmico para hipoglicemia é controversa (CORNBATH et

al., 2000). A hipoglicemia foi definida abaixo de 60 mg / dl em pacientes de pequenos animais, incluindo gatos adultos especificamente (NACK; DECLUE, 2014; SILVERSTEIN; HOPPER, 2014). Até o momento, é incompreendido o fato de os gatos possuírem transportadores de glicose na cavidade oral similares às demais espécies (CORNELL et al., 2018). Portanto, ninhadas prematuras, nascimento de filhotes muito pequenos, fraqueza ou debilidade da fêmea gestante ou mesmo diabetes são fatores que predispõem a hipoglicemia transitória dos recém-nascidos durante o período de amamentação (HOSKINS, 2001).

Apesar da elevada predisposição dos pacientes pediátricos em progredir para quadros de hipoglicemia no pós-parto imediato, 55% dos filhotes de gato demonstram hiperglicemia após o período de recuperação de 20 minutos (CORNELL et al., 2018). Dentre os fatores impulsionadores à hiperglicemia descreve-se o estresse (OPITZ, 1990; RAND, 2002). Acredita-se que associado ao trabalho de parto, o exame físico, agentes anestésicos e manuseio durante a recuperação podem propiciar a resposta exagerada ao estresse, induzindo à hiperglicemia neonatal. Além disso, outros fatores impulsionadores da hiperglicemia de estresse são a cirurgia e a anestesia, pois o trauma cirúrgico ativo o eixo hipotálamo-hipófise-adrenal para liberação de cortisol, promovendo a glicogenólise hepática (FINNERTY et al., 2013). Aliás, comparado aos cães, os gatos exibem um grau mais alto de hiperglicemia induzida por medicamentos e cirurgias, e a atividade das enzimas hepáticas diferentes pode permitir que o fígado dos gatos produza mais glicose (HARDIE et al., 1985; WASHIZU et al., 1999; KANDA; HIKASA, 2008).

Quadro 1. Parâmetros fisiológicos de filhotes de gatos (LITTLE, 2013)

Parâmetro	Valores
Peso ao nascimento	Raças de pelo curto/longo doméstico: 90-110 g Raças Pedigree: 73 g (Korat) a 116 g ou mais (Maine Coon)
Temperatura retal	Recém-nascido: 36-37°C (97-98°F) 1º mês de idade: 38°C (100°F)
Frequência cardíaca	Primeiras 2 semanas: 220-260 bpm

Frequência respiratória	Recém-nascido: 10-18 mpm 1º mês de idade: 15-35 mpm
-------------------------	--

g= grama; bpm= batimentos por minuto; mpm= movimentos por minuto

Quadro 2. Glicose sanguínea de filhotes de gatos até quatro semanas de idade (VON DEHN, 2014).

	Dia 0	Dia 1	Dia 7	Dia 28
Glicemia (mg/dL)	55-290	65-149	105-145	117-152

4. Avaliação da vitalidade neonatal

Estabelecer um protocolo de avaliação neonatal é fundamental para a identificação do estado de saúde do recém-nascido e permitir a rápida identificação de filhotes que necessitem de cuidados neonatais, aumentando a efetividade das ações de reanimação (SILVA et al., 2009; VERONESI et al., 2009; VASSALO, 2015).

A avaliação do sistema de pontuação de Apgar foi desenvolvida pela médica Virgínia Apgar em 1952, com o intuito de avaliar o desenvolvimento do recém-nascido logo após o nascimento e caso fosse necessário, a ressuscitação (APGAR, 1952). Devido ao reconhecimento de utilidade e eficiência deste sistema em relação a viabilidade do recém-nascido e capacidade de detectar de forma indireta a asfixia neonatal (APGAR, 1952), iniciou-se o uso desta avaliação também na Medicina Veterinária para avaliar clinicamente os neonatos de diversas espécies, assim como em equinos (CASTAGNETTI et al., 2010), bovinos (BENESI, 1992; SCHULZ et al., 1997; HERFEN; BOSTEDT, 1999), ovinos (FARROW et al., 2008; RIZZO et al., 2008), suínos (HERPIN, et al., 1996;

ALONSO-SPILSBURY, 2005), em répteis (MORAFKA et al., 2000) e nos animais selvagens (CUBAS, 2006).

Então, transpondo o escore Apgar para a Medicina Veterinária, este sistema foi modificado para se adequar aos animais recém-nascidos (VERONESI et al., 2009). Como vantagem, esta avaliação não necessita de custo adicional para a sua realização. Além disso, este método proposto auxilia em uma identificação mais precoce da necessidade de cuidados intensivos em neonatos, isto demonstra a funcionalidade da avaliação da vitalidade, determinação da sobrevivência e prognóstico dos recém-nascidos caninos (VERONESI et al., 2009). E até o presente momento não foi encontrado este sistema adaptado somente para a espécie felina.

A avaliação clínica idealizada pela médica Virgínia Apgar em 1952, constituiu-se de um método de fácil aplicabilidade e de não intervenção aos cuidados neonatais, sendo constituída por parâmetros simples como frequência cardíaca, respiração, irritabilidade reflexa, tônus musculares e coloração de mucosas. E cada um deste é avaliado, e assim pontuado no valor de zero, um ou dois. Deste modo, sabe-se a classificação do estado clínico do neonato, de acordo com a somatória de todas as pontuações dos parâmetros. Sendo considerada vitalidade normal o que obtiver a pontuação entre sete e dez, moderada de quatro a sete e fraca com valor abaixo de três (LOTH et al., 2001; FRANCESCHINI; CUNHA, 2007; KREDATUSOVA et al., 2011; AXELSSON, 2019). Esta avaliação foi adaptada da neonatologia médica para a Medicina Veterinária, em cães e gatos até o momento sem distinção destas últimas espécies.

Entretanto, de acordo com revisão bibliográfica, houve somente um estudo da avaliação do escore Apgar em recém-nascidos que incluiu os gatos, sem diferenças na avaliação entre si. Segundo um estudo de Axelsson (2019), a associação entre o escore Apgar e viabilidade não pôde ser investigada, pois de acordo com o autor, a causa foi baixa mortalidade dos neonatos caninos e felinos, impossibilitando a comparação as espécies. Não houve também associação significativa com o tempo de expulsão de cada recém-nascido de gato e o escore Apgar. No entanto, os autores observaram a associação do peso ao nascimento e viabilidade, sugerindo possível resultado negativo em neonatos de baixo peso, havendo a associação inversamente proporcional entre o peso corporal materno e o índice de peso corporal ao nascimento (AXELSSON, 2019).

A vitalidade neonatal pode ser também avaliada considerando-se os reflexos presentes ao nascimento, e o grau de depressão dos reflexos de sucção, da procura e do endireitamento vestibular. Assim como no escore Apgar, cada parâmetro avaliado recebe uma pontuação numérica (zero, um e dois) (VASSALO et al., 2015). Além disso, a realização do exame clínico neonatal completo é necessária bem como a avaliação de outros parâmetros ao nascimento e de exames complementares. A avaliação da temperatura corporal com um termômetro digital ou infravermelho, uma vez que, os filhotes possuem o sistema de termorregulação imaturo e são predispostos à hipotermia, culminando em depressão neonatal, influenciando também na pontuação do escore Apgar e dos reflexos (PETERSON; KUTZLER, 2011).

4. OBJETIVOS

a. Objetivo geral

Avaliar a vitalidade neonatal em felinos domésticos nascidos de parto eutócico e cesariana, por meio do escore Apgar e reflexos, bem como, avaliar a glicemia, temperatura, saturação periférica de oxigênio e peso.

b. Objetivo específicos

Correlacionar e comparar os parâmetros avaliados entre os momentos e entre os grupos parto eutócico e cesariana.

Propor a utilização de um escore de Apgar modificado espécie-específico.

Comparar as espécies canina e felina

CAPÍTULO II
TRABALHO CIENTÍFICO

Topics in the Routine Assessment of Newborn Kitten Vitality

Journal:	<i>Journal of Feline Medicine and Surgery</i>
Manuscript ID	Draft
Manuscript Type:	Original Article
Date Submitted by the Author:	n/a
Complete List of Authors:	Hibaru, Viviane; UNESP, medical clinic Pereira, Keylla Helena; Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Clínica Veterinária Fuchs, Karita; UNESP FMVZ, Veterinary Clinics Lopes, Maria; Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Cirurgia Veterinária e Reprodução Animal Alfonso, Angélica; Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Clínica Veterinária Souza, Fabiana; São Paulo State University, Department of Veterinary Surgery and Animal Reproduction Chiacchio, Simone; São Paulo State University, Department of Veterinary Clinical Tsunemi, Miriam; Institute of Bioscience, Unesp Machado, Luiz Henrique; Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Clínica Veterinária Lourenço, Maria Lucia; Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho - Campus de Botucatu, Department of Veterinary Clinic
Keywords:	Neonate, Apgar score, neonatal reflexes, cesarean section, mortality
Abstract:	<p>Objectives: The aim of this study was to perform neonatal clinical assessments at birth to identify newborn kittens at risk according to the type of delivery, thus allowing immediate intervention and increasing their chances of survival.</p> <p>Methods: This study compared Apgar scores, reflexes, and clinical parameters (temperature, weight, blood glucose, and peripheral oxygen saturation) between eutocic neonates and those delivered by emergency cesarean section. The animals were evaluated at birth, after 10 minutes, and after 60 minutes.</p> <p>Results: Thirty-two neonates were evaluated, with 19 animals in the eutocic group (EG) and 13 animals in the cesarean group (CG). When comparing the groups, CG neonates had significantly lower Apgar scores ($p < 0.0001$), lower SpO₂ ($p = 0.0535$) at birth, and higher blood glucose ($p = 0.0009$) at birth and reduced reflexes ($p < 0.0001$) and lower respiratory rate ($p < 0.0001$) at birth, after 10 minutes and after 60 minutes than EG neonates. The Apgar score positively correlated with parameters such as HR, reflexes, SpO₂, and weight. The total mortality rate was 15.6% (5/32) in the evaluated newborns. The early mortality rate (0-2 days old) was 80% (4/5), and the late mortality rate (3-30 days old) was 20% (1/5).</p> <p>Conclusions and relevance: This study showed lower vitality in cats delivered by emergency cesarean section than in those delivered through eutocic birth. In general, neonates delivered by cesarean section have greater depression and low vitality at birth and may require resuscitation. The evaluations carried out in this study identified newborns with low vitality and those requiring emergency care, thus</p>

	<p>allowing immediate intervention. An Apgar score and reflex score for feline neonates were suggested. Newborn-specific clinical assessment with these feline vitality scores allows the identification of at-risk neonates. Care immediately after birth increases the chance of survival among these patients.</p>

SCHOLARONE™
Manuscripts

1 **Topics in the Routine Assessment of Newborn Kitten Vitality**

2
3 Viviane Yukari Hibarú¹, Keylla Helena Nobre Pacífico Pereira¹, Kárita da Mata
4 Fuchs¹, Maria Denise Lopes², Angélica Alfonso¹, Fabiana Ferreira de Souza², Simone
5 Biagio Chiacchio¹, Miriam Harumi Tsunemi³, Luiz Henrique de Araújo Machado⁴,
6 Maria Lucia Gomes Lourenço^{1*}.

7
8 ¹ Veterinary Neonatology Research Group, Department of Veterinary Clinics, School of
9 Veterinary Medicine and Animal Science, São Paulo State University (Unesp),
10 Botucatu, Brazil.

11 ² Department of Veterinary Surgery and Animal Reproduction, School of Veterinary
12 Medicine and Animal Science, São Paulo State University (Unesp), Botucatu, Brazil.

13 ³ Institute of Biosciences, São Paulo State University (Unesp), Botucatu, Brazil.

14 ⁴ Department of Veterinary Clinical, School of Veterinary Medicine and Animal
15 Science, São Paulo State University (Unesp), Botucatu, Brazil.

16
17 *Corresponding author:

18 Maria Lucia Gomes Lourenço, Department of Veterinary Clinics, São Paulo State
19 University (UNESP), Rubião Júnior s/n, CEP 18618970, Botucatu, SP, Brazil.

20 E-mail address: maria-lucia.lourenco@unesp.br

21 **Abstract**

22 *Objectives:* The aim of this study was to perform neonatal clinical assessments at birth to
23 identify newborn kittens at risk according to the type of delivery, thus allowing immediate
24 intervention and increasing their chances of survival.

25 *Methods:* This study compared Apgar scores, reflexes, and clinical parameters
26 (temperature, weight, blood glucose, and peripheral oxygen saturation) between eutocic
27 neonates and those delivered by emergency cesarean section. The animals were evaluated
28 at birth, after 10 minutes, and after 60 minutes.

29 *Results:* Thirty-two neonates were evaluated, with 19 animals in the eutocic group (EG)
30 and 13 animals in the cesarean group (CG). When comparing the groups, CG neonates
31 had significantly lower Apgar scores ($p<0.0001$), lower SpO₂ ($p=0.0535$) at birth, and
32 higher blood glucose ($p=0.0009$) at birth and reduced reflexes ($p<0.0001$) and lower
33 respiratory rate ($p<0.0001$) at birth, after 10 minutes and after 60 minutes than EG
34 neonates. The Apgar score positively correlated with parameters such as HR, reflexes,
35 SpO₂, and weight. The total mortality rate was 15.6% (5/32) in the evaluated newborns.
36 The early mortality rate (0-2 days old) was 80% (4/5), and the late mortality rate (3-30
37 days old) was 20% (1/5).

38 *Conclusions and relevance:* This study showed lower vitality in cats delivered by
39 emergency cesarean section than in those delivered through eutocic birth. In general,
40 neonates delivered by cesarean section have greater depression and low vitality at birth

41 and may require resuscitation. The evaluations carried out in this study identified
42 newborns with low vitality and those requiring emergency care, thus allowing immediate
43 intervention. An Apgar score and reflex score for feline neonates were suggested.
44 Newborn-specific clinical assessment with these feline vitality scores allows the
45 identification of at-risk neonates. Care immediately after birth increases the chance of
46 survival among these patients.

47 **Keywords:** Feline neonate, Apgar score, neonatal reflexes, cesarean section, mortality.

48 **Introduction**

49 The neonatal mortality rate of cats is high, ranging from 9 to 16% before weaning,
50 reaching even higher rates during delivery, immediately after delivery, and in the first
51 days of life.¹⁻⁴

52 Birth is a critical period of adaptation to extrauterine life and a major challenge to
53 neonatal survival. Feline neonates need to make an adequate fetal-neonatal transition,
54 which includes the shift to effective lung breathing.^{5,6} Due to dystocias, prolonged
55 deliveries, and anesthetic depression induced during cesarean sections, newborns may
56 experience exacerbated asphyxia, failure to adapt to changes in respiration, severe
57 hypoxia, respiratory distress syndrome, bradycardia and neonatal depression (low
58 vitality), all of which increase the chance of death in the transition period and during the
59 first days of life.⁷⁻¹²

60 Thus, birth assessment methods that identify at-risk newborns are crucial for
61 enabling immediate intervention and monitoring of the newborn's clinical evolution after
62 resuscitation maneuvers. However, studies on clinical evaluations and complementary
63 examinations of cats at birth are scarce. Knowledge of neonatal particularities of kittens
64 and their physiological parameters at birth is essential for the proper clinical management
65 of these patients.

66 The Apgar score is an assessment index routinely used in medicine and veterinary
67 medicine to facilitate clinical assessment at the time of delivery, to immediately identify

68 the clinical condition of the neonate at birth, to direct interventions, or to monitor the
69 effectiveness of neonatal resuscitation maneuvers.¹²⁻¹⁴ Apgar scores should be used in
70 conjunction with other analysis methods to assess newborn vitality and viability.¹⁴

71 This study aimed to evaluate and compare neonatal vitality in cats delivered by
72 eutocic birth and cesarean section via Apgar scores and neonatal reflexes. Blood glucose,
73 body temperature, peripheral oxygen saturation, and weight were also assessed; these
74 measurements supported the use of an Apgar score specific to feline neonates.

75

76 **Material and methods**

77 This study was carried out by the Veterinary Neonatology Research Group of the
78 School of Veterinary Medicine and Animal Science at Universidade Estadual Paulista
79 (Unesp) in Botucatu, Brazil (dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/2627734671789524). The
80 animals were included in the study only after approval by the institution's Research
81 Ethics Committee (protocol 0024/2021) and it was carried out in accordance with the
82 animal welfare standards and only after receiving authorization from the animals'
83 guardians by collecting signatures indicating their informed consent.

84 The inclusion criterion was that the neonates must have been full-term.
85 Neonates that presented with congenital malformations were excluded.

86 This study included seven females of different breeds, from six months to three
87 years of age, and their respective newborns. The cats were treated at the Small Animal

88 Reproduction Services Center of the FMVZ Unesp Veterinary Hospital or in catteries.
89 Thirty-two neonates were evaluated, with 19 animals in the eutocic birth group (EG) and
90 13 animals in the cesarean section group (CG).

91 Eutocic births were defined as births in which kittens were delivered
92 spontaneously without any kind of assistance, including obstetric assistance.

93 Emergency cesarean section deliveries were defined as births in which the mother
94 was unresponsive to obstetric maneuvers for the correction of dystocia or in which a
95 maternal abdominal ultrasound revealed fetal distress. The causes of dystocia varied
96 between litters, including maternal origin (narrowing of the pelvis due to trauma, primary
97 or secondary uterine inertia, or inadvertent exposure to progestins) and fetal origin
98 (exaggerated fetal size, inadequate fetal positioning).

99 Anesthetic induction was performed with propofol, followed by lumbosacral
100 epidural anesthesia with lidocaine and anesthetic maintenance with isoflurane diluted in
101 oxygen. Neonatal care was provided immediately after birth.

102

103 *Neonatal assessments*

104 In the first five minutes of birth, neonates from both groups were given colored
105 neck ribbons for the purposes of identification and assessed for Apgar score, reflexes,
106 blood glucose, body temperature, peripheral oxygen saturation (SpO₂), and weight.

107 Neonatal assessments were repeated after 10 minutes and after 60 minutes. Total
108 mortalities were recorded and categorized as early (0-2 days old) or late (3-30 days old).

109 Due to the scarcity of Apgar score studies in cats, the assessment in this study
110 was performed based on the Apgar score index described for dogs, following adaptations
111 of what was proposed by Lourenço (2015)¹² and Vassalo et al. (2015).¹⁴

112 Five parameters are evaluated in the Apgar score: mucosal color, heart and
113 respiratory rates, muscle tone, and reflex irritability. Heart rate auscultation was
114 performed with a stethoscope on the left side of the chest (Figure 1a). The respiratory rate
115 was assessed by observing the movements of the chest (Figure 1b). Mucosal coloration
116 was assessed by observing the oral mucosa (Figure 1c). Muscle tone was determined with
117 the newborn in the supine position, observing their active movements (Figure 1d). Reflex
118 irritability was assessed after a painful stimulus (pressure) was applied to the interdigital
119 space. (Figure 1e). Each parameter received a score of 0, 1, or 2, according to the
120 presentation of the neonate (Table 1); the sum of these parameters was used to identify
121 neonatal vitality and viability. Apgar scores were interpreted as follows: scores of 0-3
122 indicated weak vitality, 4-6 indicated moderate vitality, and 7-10 indicated normal
123 vitality.

124 An overall score of 7 to 10 is considered adequate and represents newborns with
125 good vitality and in favorable clinical conditions. A score of 4 to 6 indicates that

126 resuscitation maneuvers may be necessary, and a score below 3 is an indication for
 127 emergency care.^{14,15}

128 Newborn cats with low Apgar scores at birth underwent emergency treatment to
 129 increase their chances of survival.¹⁶ This treatment consisted of clearing the neonate's
 130 airways with a nasal aspirator, drying the neonate with the aid of a heated compress,
 131 stimulating the cardiovascular system via the Jen Chung acupuncture point (at governor
 132 vessel (GV) 26), administering pulmonary ventilation (with a specific pulmonary
 133 expander for canine and feline neonates: One Puff Puppy[®]), providing oxygen therapy by
 134 mask, and, when necessary, administering 24 mg/ml aminophylline (0.2 ml/100 grams of
 135 weight, sublingually) and 0.1 mg/ml epinephrine (1 mg/ml diluted in 1:10 solution (0.01
 136 to 0.03 ml/100 grams of weight, intravenously or intraosseously). The neonatal
 137 environment was also warmed to 30-32 °C with a space heater or an incubator to maintain
 138 the newborn's body temperature.

139

140 [Insert Figure 1.]

141 Figure 1. Apgar score assessment of (a) heart rate, (b) respiratory rate, (c) mucosal color,
 142 (d) muscle tone, and (e) reflex irritability.

143

144 Table 1: Apgar scores for canine neonates.

Parameter/Score	0	1	2
Mucosal coloration	Cyanotic	Pale	Pink

Heart rate	<100 bpm	<180 bpm	200-260 bpm
Reflex irritability	Absent	Some movement	Vigorous
Muscle tone	Flaccid	Some limb flexion	Active movement
Respiratory rate	Absent or <6 mpm	Weak and irregular, <15 mpm	Regular and rhythmic, 15-40 mpm

145 Adapted from Lourenço (2015)¹² and Vassalo et al. (2015)¹⁴

146 Bpm = beats per minute; mpm=movements per minute

147

148 Reflexes were evaluated for the degree of neonatal depression (vitality). The main
 149 neonatal reflexes present at birth are sucking, rooting, and righting. The sucking reflex
 150 was evaluated by inserting the tip of the examiner's smallest digit into the mouth of the
 151 neonate and observing the suction force (Figure 2a). Then, the search reflex was examined
 152 by placing a hand close enough to the newborn's face to trigger the reflex and waiting for
 153 an immediate search for the breast (Figure 2b). Finally, the vestibular righting reflex was
 154 evaluated by placing the neonate in a supine position on a soft, warm surface and waiting
 155 for them to immediately return to a prone position (Figure 2c). Each reflex received a score
 156 of 0, 1, or 2 (absent, weak, or strong response, respectively), and the sum was used to
 157 categorize neonatal vitality. Scores were interpreted as demonstrating weak (0-2),
 158 moderate (3-4), or normal (5-6) vitality. This reflex evaluation followed the scheme
 159 proposed by Vassalo et al.¹⁴ (Table 2).

160 [Insert Figure 2.]

161 Figure 2. Assessment of neonatal reflexes: (a) sucking reflex, (b) rooting reflex, (c)
 162 righting reflex.

163

164 Table 2: System used to evaluate neonatal reflexes.

Reflex/Score	0	1	2
Sucking	Absent	Weak	Strong
Rooting	Absent	Slow muzzle fitting inside the evaluator's hand	Immediate fitting muzzle within the evaluator's hand
Righting	Absent (continues in initial position)	Slow body repositioning	Immediate body repositioning

165 Vassalo et al. (2015)¹⁴

166

167 Body temperature was measured rectally using a digital thermometer (Figure 3),
 168 and weight was assessed in grams using a digital scale (Figure 4). Blood glucose was
 169 measured with a portable glucometer (On Call Plus[®]) by using 21-gauge needles to collect
 170 a drop of blood from the neonate's pads after site antisepsis with 70% alcohol (Figure
 171 5). Peripheral oxygen saturation was assessed using the R40VET Rzvet oximetry
 172 monitor[®] in the femoral artery region of newborn cats (Figure 6).

173

174 [Insert Figure 3.]

175 Figure 3. Body temperature measurement in a newborn cat.

176

177 [Insert Figure 4.]

178 Figure 4. Weight assessment in a newborn cat.

179

180

[Insert Figure 5.]

181

Figure 5. Blood glucose measurement in a newborn cat.

182

183

[Insert Figure 6.]

184

Figure 6. Peripheral oxygen saturation assessment in a newborn cat.

185

186 *Statistical analysis*

187 The data were not normally distributed. Therefore, the data were log transformed

188 and analyzed using parametric tests.

189 The statistical analysis of the parameters was performed using SAS software

190 version 9.3 and conducting generalized linear models using the least-squares method of

191 the “Generalized Linear Model” procedure. This model included the fixed effects of

192 group (CG or EG), time (at birth, after 10 minutes, and after 60 minutes), and a group x

193 time interaction. The model was followed up with Tukey’s mean comparison test. Pearson

194 correlation coefficients of the variables were also calculated (using the Corr procedure).

195 All differences were considered significant at the 5% level ($p < 0.05$).

196

197 **Results**198 *Eutocic group*

199 The eutocic birth group (EG) consisted of 19 newborn cats, with the following
200 breed distribution: Maine coon (7), Persian (8), and mixed breed (4). All mother cats were
201 monitored during delivery. The shortest duration of eutocia was one hour and the longest
202 was five hours, with the interval between kittens ranging from ten minutes to five hours.

203 There was no significant difference ($p>0.05$) between time points in terms of the
204 Apgar score, reflex score, blood glucose, body temperature, peripheral oxygen saturation,
205 or weight for EG neonates. However, the neonatal parameters of heart rate (HR) and
206 respiratory rate (RR) differed significantly ($p<0.0001$) between the time points: lower HR
207 and RR were found at birth than at 60 minutes after birth. On average, newborns in the
208 EG had good vitality (normal vitality >7) and favorable clinical conditions.

209 Apgar scores positively correlated with HR ($p<0.0001$), reflex score ($p<0.0001$),
210 SpO₂ ($p<0.0001$), and weight ($p=0.0104$) in EG neonates, with correlation coefficients of
211 0.70, 0.58, 0.67, and 0.33, respectively. HR also positively correlated with reflex score
212 ($p=0.0240$) and SpO₂ ($p=0.0007$), with correlation coefficients of 0.30 and 0.43,
213 respectively.

214 *Cesarean group*

215 The cesarean group (CG) consisted of 13 mixed-breed neonate cats.

216 In CG neonates, Apgar scores, HR, RR, SpO₂, and body temperature differed
217 significantly between times at birth and 60 minutes ($p<0.0001$). Specifically, the vitality
218 parameters were lower at birth than after 60 minutes. There were no significant

219 differences between times for reflex score, blood glucose, or weight. Most CG neonates
220 had moderate vitality at birth and evolved to normal vitality after 60 minutes. Neonates
221 that required resuscitation procedures also demonstrated an improvement in clinical
222 parameters after 60 minutes.

223 Apgar scores positively correlated with HR ($p=0.0012$), RR ($p<0.0001$), reflex
224 score ($p<0.0001$) and weight ($p=0.0094$) in CG neonates, with correlation coefficients of
225 0.50, 0.85, 0.65 and 0.41, respectively. RR also positively correlated with the HR
226 ($P=0.0034$) and reflex ($p=0.0002$) parameters, with correlation coefficients of 0.46 and
227 0.56, respectively. Thus, in the CG it was observed that the lower the HR, reflexes, SpO₂,
228 and weight, the lower the Apgar score. Also, the lower the HR, the lower the reflexes and
229 SpO₂.

230 *Comparison between groups*

231 Significant differences ($p<0.05$) were found between the eutocic birth group (EG)
232 and cesarean section group (CG), as well as between time points.

233 Specifically, CG neonates had lower Apgar scores ($p<0.0001$) and SpO₂
234 ($p=0.0535$) and higher blood glucose ($p=0.0009$) at birth than EG neonates. CG neonate
235 had lower reflex scores ($p<0.0001$), and RR ($p<0.0001$) at birth, as well as after 10
236 minutes and 60 minutes than EG neonates. There were no significant differences between
237 the groups in terms of HR, body temperature, or weight. The means, standard desviations,

238 statistical significance between moments and groups, and minimum and maximum of the
 239 evaluated parameters are available in Table 3.

240 A specific Apgar score for neonatal felines was proposed after observing the
 241 averages and range of parameters presented by newborn cats, as shown in Table 4. An
 242 evaluation of the neonatal reflex scores is available in Table 5.

243 The total mortality rate was 15.6% (5/32) in the evaluated neonates. The early
 244 (0-2 days old) mortality rate was 80% (4/5) and the late (3-30 days old) mortality rate was
 245 20% (1/5). All the early kitten mortalities occurred in the emergency cesarean section
 246 group, and the late kitten mortality occurred in eutocic birth group.

247

248 Table 3. Mean values, standard deviations, statistical significance, and minimum and
 249 maximum of the parameters evaluated (Apgar score, reflex score, HR, RR, SpO₂, blood
 250 glucose, body temperature, weight) of the two groups (CG and EG) and time points (at
 251 birth, after 10 minutes and after 60 minutes).

252

Parameter	Group	Moments		
		At birth	10 minutes after	60 minutes after
APGAR	CG	7.0 ± 2.0 ^c (4-10)	8.38 ± 1.6 ^{bc} (5-10)	9.0 ± 1.5 ^{ab} (5-10)
	EG	8.84 ± 1.3 ^{ab} (6-10)	9.89 ± 0.3 ^a (9-10)	9.94 ± 0.2 ^a (9-10)
Reflex	CG	1.3 ± 1.5 ^b (0-4)	1.84 ± 2.2 ^b (0-6)	2.69 ± 2.3 ^b (0-6)
	EG	4.68 ± 1.7 ^a (0-6)	5.26 ± 0.9 ^a (4-6)	5.47 ± 0.9 ^a (4-6)
HR	CG	200.92 ± 42.4 ^b (120-268)	231.07 ± 30.9 ^{ab} (164-272)	250.31 ± 31.2 ^a (180-280)
	EG	208.42 ± 35.5 ^b (152-264)	229.05 ± 21.3 ^{ab} (188-268)	248.84 ± 18.8 ^a (224-288)
RR	CG	48.76 ± 27.5 ^d (12-96)	74.38 ± 30.7 ^{cd} (35-128)	90.46 ± 25.4 ^{bc} (48-128)

	EG	94.52 ± 28.0 ^{bc} (40-148)	110.26 ± 19.2 ^{ab} (75-156)	117.47 ± 24.6 ^a (68-160)
SpO ₂	CG	84.46 ± 18.1 ^b (53-99)	99.0 ± 0.0 ^a	99.0 ± 0.0 ^a
	EG	93.73 ± 13.4 ^a (49-99)	98.79 ± 0.9 ^a (95-99)	97.89 ± 4.8 ^a (78-99)
Glycemia	CG	129.0 ± 59.6 ^a (52-246)	-	150.23 ± 63.8 ^a (70-300)
	EG	68.52 ± 36.9 ^b (26-151)	-	101.79 ± 78.2 ^{ab} (30-296)
Temperature (°C)	CG	31.6 ± 2.3 ^b (28.2-35.4)	33.8 ± 2.1 ^{ab} (28.2-35.7)	35.1 ± 1.6 ^a (32.5-37.9)
	EG	31.9 ± 2.6 ^b (29-35.9)	32.2 ± 2.1 ^b (29-35.4)	33.6 ± 2.3 ^{ab} (29-35.9)
Weight (grams)	CG	84.7 ± 11.9 ^b (74-110)	84.7 ± 11.9 ^b (74-110)	85.8 ± 12.3 ^{ab} (74-110)
	EG	102.1 ± 19.9 ^{ab} (59-132)	101.9 ± 19.6 ^{ab} (59-132)	103.1 ± 18.6 ^a (62-132)

253 a, b, c, d Different superscript letters indicate significant differences (p<0.05) between groups or time
254 points.
255

256

257 Table 4. Proposed modified Apgar scores for feline neonates.

Parameter/Score	0	1	2
Mucosal coloration	Cyanotic	Pale	Pink
Heart rate	<100 bpm	<180 bpm	200-280 bpm
Reflex irritability	Absent	Some movement	Vigorous
Muscle tone	Flabby	Some limb flexion	Active movement
Respiratory rate	Absent or <10 mpm	Weak and irregular, <40 mpm	Regular and rhythmic, 40-160 mpm

258 bpm = beats per minute; mpm = moves per minute.

259 Vitality score interpretations: weak (0-3), moderate (4-6), and normal (7-10).

260

261

262 Table 5. Proposed modified neonatal reflex scores for feline neonates.

Reflex/Score	0 (absent)	1 (weak)	2 (strong)
Suckling	Absent	Weak intensity	Strong intensity or vacuum with tongue
Rooting	Absent	Slow search with muzzle and limbs inside evaluator's hand	Immediate search with muzzle and limbs inside of evaluator's hand

Righting	Absent (remained supine)	Slow body repositioning	Immediate body repositioning
----------	--------------------------------	-------------------------	------------------------------

263 Vitality score interpretations: weak (0-2), moderate (3-4), and normal (5-6).

264 **Discussion**

265 Previous studies have assessed Apgar scores in newborn dogs delivered by eutocic
266 births or cesarean sections.^{14,17-19} However, studies in cats are scarce, and we found only
267 one study on the evaluation of Apgar scores in kittens that were delivered only by eutocic
268 births.²⁰

269 The pattern of lower Apgar scores at birth than after 60 minutes align with existing
270 findings. Newborns experience transient physiological hypoxemia resulting from reduced
271 blood flow from the mother to the fetus, which was previously induced by uterine
272 contractions during labor. Consequently, a decrease in the partial pressure of oxygen
273 (pO₂) and tissue hypoxia are observed, which can culminate in neonatal depression or
274 transient neonatal low vitality. An evolution of these parameters can be observed within
275 60 minutes after birth, as the newborn adapts to extrauterine life.^{12,14,21}

276 Significantly lower heart and respiratory rates were also observed at birth than at
277 60 minutes later in both groups. Neonatal bradycardia can occur due to myocardial
278 hypoxia and is not mediated by the vagus nerve due to the immaturity of the autonomic
279 nervous system. Therefore, these patients are predisposed to lower heart rates during the
280 physiological hypoxemia associated with birth. In addition, the compensatory response

281 to hypoxia is reduced in neonates due to the immaturity of carotid chemoreceptors,
282 structural immaturity of the lungs, and reduced capacity for chest wall expansion.²² The
283 gradual evolution of the respiratory and heart rates is expected 10 and 60 minutes after
284 birth, with the onset of adequate lung breathing and increased myocardial
285 oxygenation.^{12,14} However, neonates born with respiratory distress and intense
286 bradycardia due to exacerbated perinatal asphyxia and consequent severe hypoxia require
287 resuscitation procedures to normalize their cardiorespiratory parameters and increase
288 their chances of survival.

289 This study demonstrated significantly lower Apgar scores and reflex scores (i.e.,
290 low vitality) in newborn cats delivered by cesarean section than in those delivered by
291 eutocic birth. In addition, CG neonates also had lower SpO₂ and RR. Similar results were
292 found in several previous studies on neonatal dogs.^{14,17-19} This difference between groups
293 may occur due to the contact of CG neonates with anesthetics during a cesarean section,
294 since inhaled agents cross the placenta and the fetal blood–brain barrier.¹¹ Prolonged
295 delivery or dystocia that culminate in cesarean sections may also lead to exacerbated
296 asphyxia, prominent hypoxemia, and further cardiorespiratory depression.^{10,11,23}
297 However, despite lower Apgar scores and reflex scores upon delivery, CG neonates
298 displayed favorable clinical evolutions of the measured parameters and vitality after 60
299 minutes.

300 When comparing our results with those in dogs born by cesarean section under
301 the same anesthetic protocol,¹⁴ we observed that cats born by cesarean section have a
302 slower clinical evolution. For example, suction remained weak in most CG neonates at
303 60 minutes after birth. The sucking reflex is an essential assessment in neonates as kittens
304 with weak or absent suction force due to dystocia or cesarean depression require
305 veterinary or breeder assistance, such as orogastric tube feeding, to nurse in the first hour
306 of life. Failure to provide adequate nursing assistance can lead to the neonatal triad
307 (hypoglycemia, hypothermia, dehydration) and an increased risk of death.^{12,22} In general,
308 in both the CG and EG groups, reflex scores were strongly correlated with Apgar scores,
309 and kittens that had Apgar scores <6 displayed decreased rooting and sucking reflexes
310 than kittens that received Apgar scores from 7 to 10.

311 The anesthetic protocol used in this study (anesthetic induction with propofol,
312 lumbosacral epidural anesthesia with lidocaine, and anesthetic maintenance with
313 isoflurane) is described for cesarean anesthesia in female dogs and cats.^{22,24,25} However,
314 studies that compare anesthetic protocols and evaluate the anesthetic depression effects
315 of these drugs in newborns (by assessing Apgar scores) are mainly described in dogs^{26,27}
316 and scarce in cats.

317 In this study, several cats delivered by cesarean section were apneic at birth due
318 to anesthetic depression and required resuscitation procedures such as stimulating the
319 cardiovascular system via the Jen Chung GV-26 acupuncture point and administering

320 pulmonary ventilation with the neonatal-specific canine/feline expander (One Puff
321 Puppy[®]) to start breathing. Thus, our findings highlight the importance of studies on
322 anesthetic protocols in pregnant cats to reduce fetal-neonatal depression.

323 Despite the significant difference in Apgar scores between the groups, there was
324 no significant difference in HR. This lack of difference in HR contrasts with previous
325 studies with dogs, which demonstrated reduced HR in pups delivered by cesarean section
326 compared to pups delivered through eutocic birth.^{12,16,28} Due to neonatal immaturity and
327 prominent hypoxemia in dystocia and cesarean sections, it was assumed that CG cats
328 would also have lower HRs. Furthermore, unlike what was observed in dogs, the mean
329 HR of cats at birth was above 200 bpm. Thus, we hypothesize that the feline species
330 possibly present a greater maturity of the cardiac autonomus development, as well as of
331 the carotid chemoreceptors, and thus, myocardial hypoxia can be more effectively
332 compensated.

333 This hypothesis is supported by the comparison of respiratory rates between feline
334 and canine neonates. Regardless of delivery method, the RR of cats was higher than that
335 of dogs.^{12,16,28} While an average RR of up to 40 mpm is expected in newborn dogs,^{12,29} in
336 newborn cats in this study, averages above 100 mpm were observed. It is possible that
337 cats demonstrate greater maturity of the adaptive breathing reflex, carotid
338 chemoreceptors, or lung structures than dogs, or a greater expansion of the chest wall, to
339 compensate for hypoxemia during parturition. However, further studies are needed to

340 examine cardiorespiratory maturity in newborn cats compared to dogs. In cats, a higher
341 SpO₂ than that in dogs^{28,30} was observed in both groups, possibly due to their higher RR
342 and HR.

343 Due to the differences in vitality parameters between newborn cats and dogs, we
344 suggest a novel, modified feline Apgar score. Since few studies exist on the clinical
345 evaluation of newborn felines, the routine use of canine Apgar scores in cats is common;
346 however, there are various physiological and hemodynamic differences between these
347 two species. Therefore, studies on specific clinical evaluations in cats facilitate the
348 appropriate clinical management of these patients.

349 Similar to existing findings on blood glucose levels in neonatal puppies, we found
350 elevated glucose concentrations in neonates delivered by cesarean section than in those
351 delivered through eutocia.³¹ This difference is likely due to the mobilization of hepatic
352 glycogen stores in CG neonates due to the stress of asphyxia and/or hypoxemia that often
353 accompanies dystocia and cesarean sections²² as well as the stress resulting from the
354 resuscitation maneuvers at birth or from the administration of epinephrine.³¹ However, in
355 neonates that did not experience excessive fetal stress, glucose levels have been directly
356 linked to maternal glycemia.^{32,33}

357 We also found a positive correlation between Apgar scores and neonatal weight.
358 This aligns with previous studies on feline^{20,34} and canine¹⁴ neonates. In other words,
359 puppies with low birth weights may be more immature and debilitated than puppies with

360 medium birth weights, presenting with lower Apgar scores, lower vitality, and
361 consequently a higher risk of death.³⁴ Neonatal weight assessment is essential, as
362 newborns with low birth weight require greater attention from veterinarians and breeders
363 to ensure adequate development and improved survival rates.^{6,14,34}

364 Feline neonates in both groups were hypothermic at birth, probably due to their
365 immature thermoregulatory systems and their contact with amniotic fluid, as damp kittens
366 quickly lose heat to the environment.^{22,35} The CG neonates showed significantly higher
367 body temperature after 60 minutes compared to those at birth. Possibly, this was due to
368 CG neonates' time in the incubator, which was maintained at 30-32 °C. It is crucial to
369 manage neonatal body temperatures, as hypothermia can cause bradycardia, hypoxia, and
370 low vitality, as well as reduce the effectiveness of resuscitation maneuvers.^{6,12,22}

371 The total mortality rate was 15.6% in the evaluated newborns, which is similar to
372 the values observed by Cave et al., (2002)¹ and Fournier et al., (2016)², who had losses
373 of 14% and 16%, respectively. Mortality in feline and canine neonates is relatively higher
374 in the first days of life.^{3,4,36} In dogs, hypoxia during parturition is the leading cause of
375 neonatal mortality, according for over 60% of deaths; approximately 90% of all deaths in
376 hypoxemic puppies occur during the first 2 days.³⁶ In this study, the feline mortality rate
377 was also highest over the first 2 days, corresponding to 80% of the losses. Mortality
378 occurred due to hypoxia during dystocia and emergency cesarean section, in neonates
379 with low Apgar scores at birth.

380 It is important to be aware of the particularities of cats compared to dogs so we
381 can distinguish key differences in their neonatal and adult parameters.

382 In conclusion, cats delivered by emergency cesarean section experience neonatal
383 depression and may require resuscitation procedures. The clinical evaluations carried out
384 in this study allowed us to identify newborns with low vitality, as well as those requiring
385 emergency care due to prominent hypoxemia; thus, we could immediately intervene. In
386 addition, these evaluations allowed us to monitor the clinical evolution of the newborn
387 after resuscitation maneuvers. It is essential that cat labor is overseen by a veterinarian
388 and that clinical evaluation of the newborns is carried out using cat-specific vitality
389 scores. The use of modified feline Apgar score proposed in this study allows the provision
390 of immediate assistance at birth and increases the chance of survival for these patients.

391

392 **Acknowledgments**

393 We would like to thank the Academic Excellence Program (PROEX) of the
394 Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES) in Brazil, as
395 well as the Department of Veterinary Surgery and Animal Reproduction at Unesp,
396 Campus Botucatu, in São Paulo, Brazil.

397

398 **Conflict of interest**

399 The authors declared no potential conflicts of interest with respect to the research,
400 authorship, and/or publication of this article.

401 **Funding**

402 Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES) -
403 Academic Excellence Program (PROEX), Brazil.

404

405 **Ethical approval**

406 The work described in this manuscript involved the use of experimental animals
407 and the study therefore had prior ethical approval from an established (or ad hoc)
408 committee as stated in the manuscript.

409

410 **Informed consent**

411 Informed consent (verbal or written) was obtained from the owner or legal
412 custodian of all animal(s) described in this work (experimental or non-experimental
413 animals, including cadavers) for all procedure(s) undertaken (prospective or retrospective
414 studies).

415 No animals or people are identifiable within this publication, and therefore
416 additional informed consent for publication was not required.

417

418 **References**

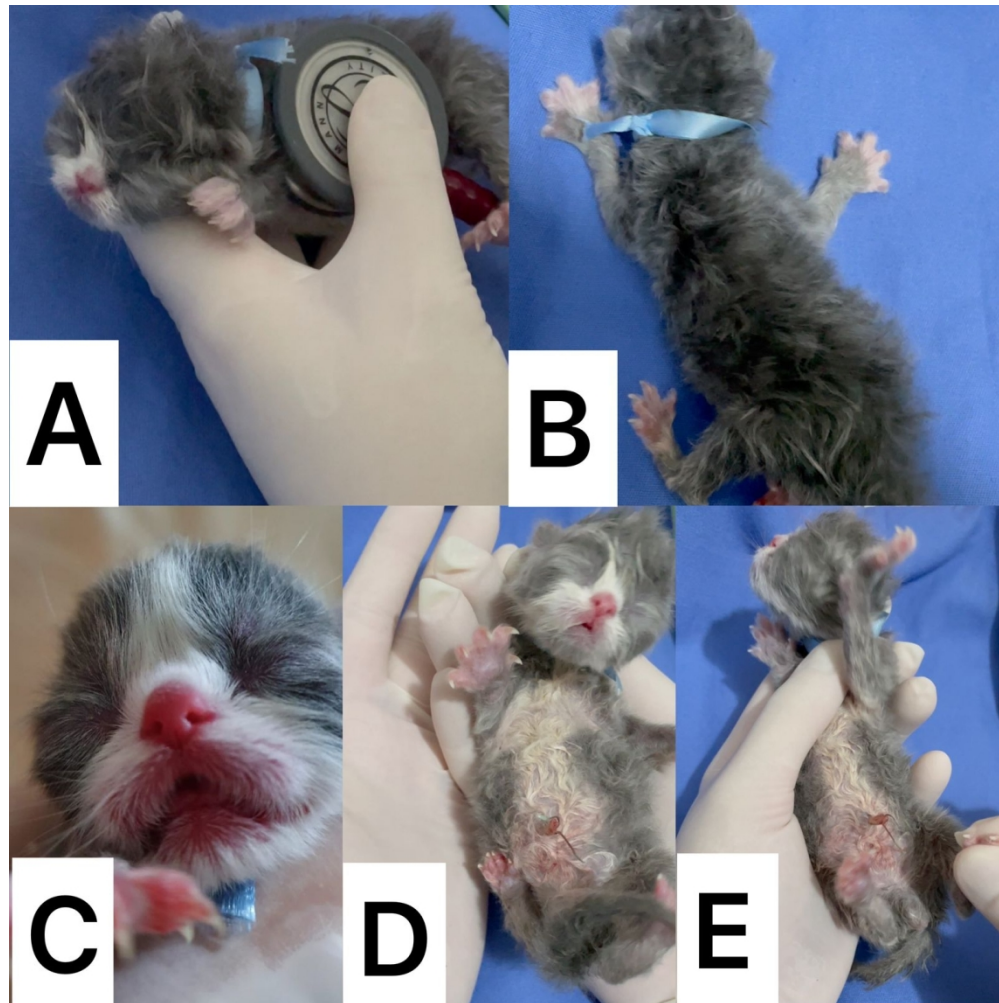
- 419 1. Cave, T. A., Thompson, H., et al. Kitten mortality in the United Kingdom: a
420 retrospective analysis of 274 histopathological examinations (1986 to 2000). *Vet Rec*,
421 2002, 17: 497-501.
- 422 2. Fournier, A., Masson, M., et al. Epidemiological analysis of reproductive
423 performances and kitten mortality rates in 5,303 purebred queens of 45 different breeds
424 and 28,065 kittens in France. *Reprod Domest Anim*, 2017, 2: 153-157.
- 425 3. Sparkes, A. H., Rogers, K., et al. A questionnaire-based study of gestation, parturition
426 and neonatal mortality in pedigree breeding cats in the UK. *J Feline Med Surg*, 2006,
427 3: 145-157.
- 428 4. Dolan, E. D., Doyle, E., et al. Pre-mortem risk factors for mortality in kittens less than
429 8 weeks old at a dedicated kitten nursery. *J Feline Med Surg*, 2021, 8: 730-737.
- 430 5. Lourenço, M. L. G., Machado, L. H. A. Características do período de transição fetal-
431 neonatal e particularidades fisiológicas do neonato canino. *Rev Bras Reprod Anim*,
432 2013, 37: 303-308.
- 433 6. Little, S. Feline pediatrics: how to treat the small and the sick. *Compend Contin Educ*
434 *Vet*, 2011, 33: 1-6.
- 435 7. Moon, P. F., Massat, B. J., Pascoe, P. J. Neonatal critical care. *Vet Clin North Am*
436 *Small Anim Pract*, 2001, 31: 343-367.
- 437 8. Indrebø, A., Trangerud, C., Moe, L. Canine neonatal mortality in four large breeds.
438 *Acta Vet Scand*, 2007, 49: 1-5.

- 439 9. Münnich, A. The pathological newborn in small animals: the neonate is not a small
440 adult. *Vet res commun*, 2008, 32: 81-85.
- 441 10. Batista, M., Moreno C., et al. Neonatal viability evaluation by Apgar score in
442 puppies delivered by cesarean section in two brachycephalic breeds (English and
443 French bulldog). *Anim Reprod Sci*, 2014 146: 218-226.
- 444 11. Bailin, H. G., Thomas, T., Levy, N. A. Retrospective evaluation of feline dystocia:
445 clinicopathologic findings and neonatal outcomes in 35 cases (2009–2020). *J Feline*
446 *Med Surg*, 2021, 14: 1098612X211024154. doi: 10.1177/1098612X211024154.
- 447 12. Lourenço, M. L. G. Cuidados com neonatos e filhotes. In: Jericó MM, Kogika
448 MM, De Andrade Neto JP *Tratado de medicina interna de cães e gatos*. Rio de Janeiro:
449 Guanabara Koogan, 2015. V.1. 2431p.
- 450 13. Apgar, V. A proposal for a new method of evaluation of the newborn infant. *Curr*
451 *Res Anesth Analg*, 1953, 32: 260-7.
- 452 14. Vassalo, F. G., Simões, C. R. B., et al. Topics in the routine assessment of
453 newborn puppy viability. *Top Companion Anim Med*, 2015, 30: 16-21.
- 454 15. Veronesi, M. C., Panzanim S., et al., An Apgar scoring system for routine
455 assessment of newborn puppy viability and short-term survival prognosis.
456 *Theriogenology*, 2009 72: 401-407.

- 457 16. Camargo, P. L., Ferreira, H., et al. Estudo clínico da via intramedular como
458 alternativa para infusão de fluidos em cães jovens. *Braz J Vet Res Anim Sci*, 1996, 33:
459 235-238.
- 460 17. Crissiuma, A. L., et al. Aspectos cardiorespiratórios e ácidos básicos do período
461 de transição fetal-neonatal em cães. *Rev Clín Vet*, 2005, 57: 14-16.
- 462 18. Lucio, C. F., Silva, L. C. G., et al. Acid–base changes in canine neonates following
463 normal birth or dystocia. *Reprod Domest Anim*, 2009 44: 208-210.
- 464 19. Silva, L. C. G., Lucio, C. F., et al. Neonatal clinical evaluation, blood gas and
465 radiographic assessment after normal birth, vaginal dystocia or caesarean section in
466 dogs. *Reprod Domest Anim*, 2009, 44: 160-163.
- 467 20. Axelsson, R. APGAR score as a method for prediction of survival prognosis in
468 newborn puppies and kittens. Second cycle, A2E. *Uppsala: SLU, Dept. of Clinical*
469 *Sciences*, 2019.
- 470 21. Siristatidis, C., Salamalekis, E., et al. Evaluation of fetal intrapartum hypoxia by
471 middle cerebral and umbilical artery Doppler velocimetry with simultaneous
472 cardiotocography and pulse oximetry. *Arch Gynecol Obstet*, 2004, 270: 265-270.
- 473 22. Peterson, M. E., Kutzler, M. A. *Small Animal Pediatrics: The First 12 Months of*
474 *Life*. St. Louis, Mo: *Saunders/Elsevier*, 2011.
- 475 23. Traas, A. M. Resuscitation of canine and feline neonates. *Theriogenology*, 2008,
476 70: 343-348.

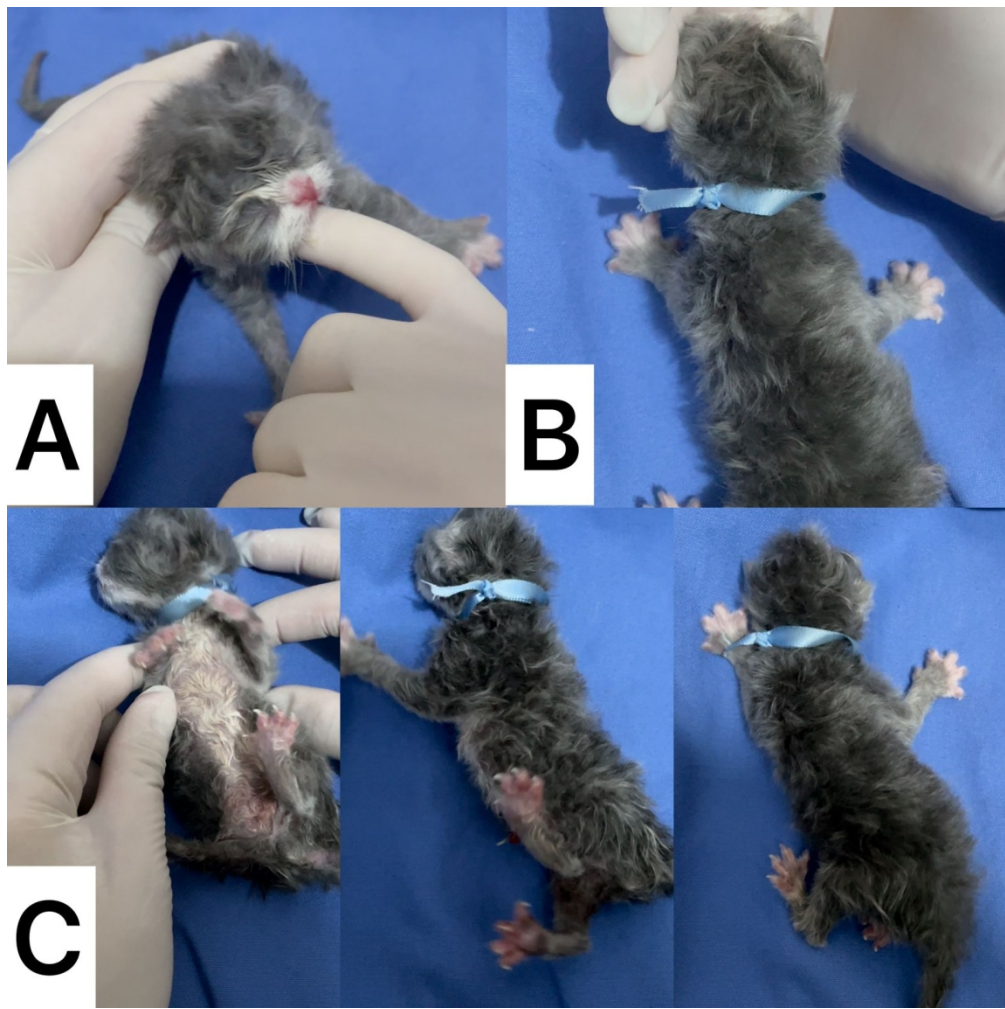
- 477 24. Pascoe, P. J., Moon, P. F. Periparturient and neonatal anesthesia. *Vet Clin North*
478 *Am Small Anim Pract*, 2001, 31: 315-341.
- 479 25. Kushnir, Y. e A. Epstein. Anesthesia for pregnant bitch and cat. *Israel Journal of*
480 *Veterinary Medicine* 67.1 (2012): 19-23.
- 481 26. Cramer, K. G. M., Joubert, K. E., Nöthling, J. O. Puppy survival and vigor
482 associated with the use of low-dose medetomidine, propofol induction and
483 maintenance of anesthesia by inhalation of sevoflurane gas for cesarean section in the
484 bitch. *Theriogenology*, 2017, 96: 10-15.
- 485 27. Vilar, J. M., Batista, M., et al. Comparison of 3 anesthetic protocols for elective
486 cesarean in dogs: effects on bitch and newborn pups. *Anim Reprod Sci*, 2018, 190: 53-
487 62.
- 488 28. Almeida, L. L. *Estado oxidativo de neonatos e fêmeas caninas no parto*
489 *vaginal eutócico ou cesariana eletiva*. Dissertação de Mestrado, Universidade de São
490 Paulo, SP, 2018.
- 491 29. McMichael, M. Pediatric emergencies. *Vet Clin Small Anim Pract*, 2005 35: 421-
492 434.
- 493 30. Almeida, L. L., Abreu, R. A., et al. Both spontaneous vaginal delivery and elective
494 cesarean section influence neonatal redox status in dogs. *Vet Rec*, 2021, e1082.

- 495 31. Doebeli, A., Michel, E., et al. Apgar score after induction of anesthesia for canine
496 cesarean section with alfaxalone versus propofol. *Theriogenology* 80.8 (2013): 850-
497 854.
- 498 32. Van Rheenen, P. F., Sebastian G., Brabin, B. J. Delayed umbilical cord clamping
499 for reducing anaemia in low birth weight infants: implications for developing
500 countries. *Ann Trop Paediatr*, 2006, 26: 157-167.
- 501 33. Davidson, A. P. Neonatal Resuscitation. *Vet Clin Small Anim*, 2014, 44: 191-204.
- 502 34. Socha, P., Lengling, R., et al. Obstetric and newborn parameters in the Maine
503 Coon cats. *Pol J Vet Sci*, 2019, 22: 439-443.
- 504 35. Prats, A., et al. Neonatologia e pediatria canina e felina. 1th ed. Madri: *Interbook*,
505 2005, 469p.
- 506 36. Münnich, A., Küchenmeister, U. Causes, diagnosis and therapy of common
507 diseases in neonatal dogs in the first days of life: pillars of the practical approach.
508 *Reprod Domest Anim*, 2014, 49: 64-74.



Apgar score assessment of (a) heart rate, (b) respiratory rate, (c) mucosal color, (d) muscle tone, and (e) reflex irritability.

135x135mm (300 x 300 DPI)



Assessment of neonatal reflexes: (a) sucking reflex, (b) rooting reflex, (c) righting reflex.

135x135mm (300 x 300 DPI)



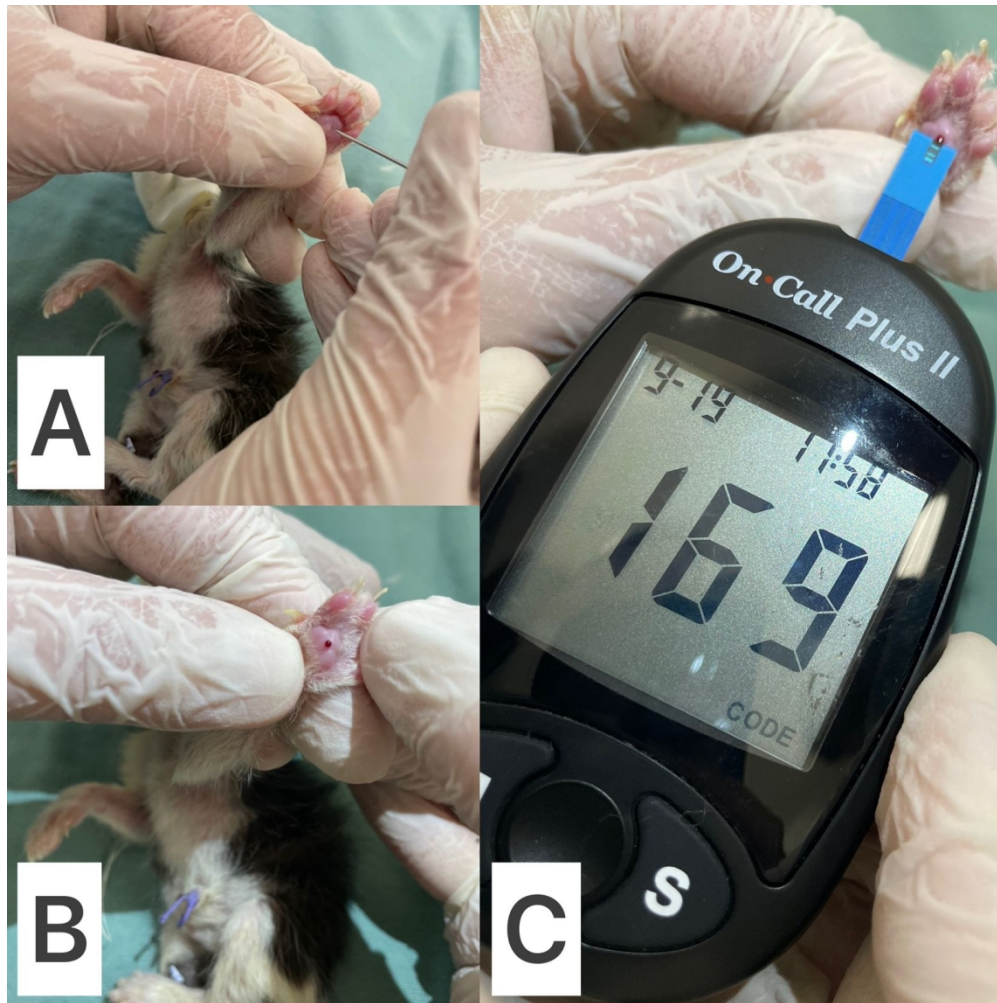
Body temperature measurement in a newborn cat.

217x135mm (300 x 300 DPI)



Weight assessment in a newborn cat.

118x158mm (300 x 300 DPI)



Blood glucose measurement in a newborn cat.

135x135mm (300 x 300 DPI)



Peripheral oxygen saturation assessment in a newborn cat.

101x135mm (300 x 300 DPI)

REFERÊNCIAS

ADELMAN, Raymond D.; WRIGHT, Jan. Systolic blood pressure and heart rate in the growing beagle puppy. **Developmental pharmacology and therapeutics**, v. 8, p. 396-401, 1985.

ADOLPH, E. F. Tolerance to cold and anoxia in infant rats. **American Journal of Physiology-Legacy Content**, v. 155, n. 3, p. 366-377, 1948.

ALMEIDA, Leticia Lima de. Estado oxidativo de neonatos e fêmeas caninas no periparto vaginal eutócico ou cesariana eletiva. 2018. **Tese de Mestrado. Universidade de São Paulo.**

ALONSO-SPILSBURY, María et al. Perinatal asphyxia pathophysiology in pig and human: a review. **Animal reproduction science**, v. 90, n. 1-2, p. 1-30, 2005.

APGAR, V. A proposal for a new method of evaluation of the newborn. **Classic Papers in Critical Care**, v. 32, n. 449, p. 97, 1952.

AXELSSON, Rebecca. APGAR score as a method for prediction of survival prognosis in newborn puppies and kittens. **Uppsala: SLU, Department of Clinical Sciences.** 2019.

BAILIN, H. Grady; THOMAS, Liam; LEVY, Nyssa A. Retrospective evaluation of feline dystocia: clinicopathologic findings and neonatal outcomes in 35 cases (2009–2020). **Journal of Feline Medicine and Surgery**, p. 1098612X211024154, 2021.

BATISTA, M. et al. Neonatal viability evaluation by Apgar score in puppies delivered by cesarean section in two brachycephalic breeds (English and French bulldog). **Animal reproduction science**, v. 146, n. 3-4, p. 218-226, 2014.

BENESI F. J. Hematologia de bezerros recém-nascidos. Influência da asfixia neonatal, do tipo do parto e da ingestão de colostro sobre a crise sanguínea. 1992. **Tese de Livre-Docência. Universidade de São Paulo.**

BLANCO, C. E. et al. Breathing pattern of kittens during hypoxia. **Journal of Applied Physiology**, v. 56, n. 1, p. 12-17, 1984.

BLANCO, C. E.; HANSON, M. A.; MCCOOKE, H. B. Effects on carotid chemoreceptor resetting of pulmonary ventilation in the fetal lamb in utero. **Journal of developmental physiology**, v. 10, n. 2, p. 167-174, 1988.

BONORA, M. et al. Effects of hypoxia on ventilation during postnatal development in conscious kittens. **Journal of Applied Physiology**, v. 56, n. 6, p. 1464-1471, 1984.

CASTAGNETTI, C. et al. Venous blood lactate evaluation in equine neonatal intensive care. **Theriogenology**, v. 73, n. 3, p. 343-357, 2010.

CAVE, T. A. et al. Kitten mortality in the United Kingdom: a retrospective analysis of 274 histopathological examinations (1986 to 2000). **Veterinary Record**, v. 151, n. 17, p. 497-501, 2002.

CLAUS, M. A. et al. Immunoglobulin concentrations in feline colostrum and milk, and the requirement of colostrum for passive transfer of immunity to neonatal kittens. **Journal of feline medicine and surgery**, v. 8, n. 3, p. 184-191, 2006.

CORNBLATH, M. et al. Controversies regarding definition of neonatal hypoglycemia: suggested operational thresholds. **Pediatrics**, v. 105, n. 5, p. 1141-1145, 2000.

CORNELL, H. N. et al. Effect of transmucosal corn syrup application on postoperative blood glucose concentrations in kittens. **Journal of feline medicine and surgery**, v. 20, n. 4, p. 289-294, 2018.

CRIGHTON, G. W. Symposium: Neonatal Diseases of the Dog: III: Thermal Regulation in the New-born Dog. **Journal of Small Animal Practice**, v. 9, n. 9, p. 463-472, 1968.

CRISSIUMA, A. L. et al. Aspectos cardiorespiratórios e ácidosbásicos do período de transição fetal-neonatal em cães. **Revista Clínica Veterinária**, n. 57, p. 14-16, 2005.

CROSS, K. W.; TIZARD, J. P. M.; TRYTHALL, D. A. H. The gaseous metabolism of the new-born infant breathing 15% oxygen. **Acta paediatrica**, v. 47, n. 3, p. 217-237, 1958.

CUBAS -Tratado de Animais. Selvagens-Medicina Veterinária/Zalmir Silvino Cubas, Jean Carlos Ramos Silva, José Luiz Catão-Dias. **São Paulo: Roca**, 2006.

DAVIDSON, A. P. Neonatal Resuscitation: Improving the Outcome. **Veterinay Clinics: Small Animal Practice**, v. 44, p. 191-204, 2014.

DELGADO, M. M.; WALCHER, Isabelle; BUFFINGTON, CA Tony. A survey-based assessment of risk factors for cross-sucking behaviors in neonatal kittens, *Felis catus*. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 230, p. 105069, 2020.

DELGADO, M. et al. Early maternal separation is not associated with changes in telomere length in domestic kittens (*Felis catus*). **PeerJ**, v. 9, p. e11394, 2021.

DOEBELI, A. et al. Apgar score after induction of anesthesia for canine cesarean section with alfaxalone versus propofol. **Theriogenology**, v. 80, n. 8, p. 850-854, 2013.

DOLAN, E. D. et al. Pre-mortem risk factors for mortality in kittens less than 8 weeks old at a dedicated kitten nursery. **Journal of Feline Medicine and Surgery**, p. 1098612X20974960, 2021.

EDEN, G. J.; HANSON, M. A. Effect of hyperoxia from birth on the carotid chemoreceptor and ventilatory responses of rats to acute-hypoxia. In: **Journal of Physiology-London**. 40 West 20th street, New York, NY 10011-4211: Cambridge Univ Press, 1986. p. P24-P24.

EKSTRAND, C.; LINDE-FORSBERG, C. Dystocia in the cat: a retrospective study of 155 cases. **Journal of Small Animal Practice**, v. 35, n. 9, p. 459-464, 1994.

FARROW, K. N. et al. Hyperoxia increases phosphodiesterase 5 expression and activity in ovine fetal pulmonary artery smooth muscle cells. **Circulation research**, v. 102, n. 2, p. 226-233, 2008.

FINNERTY, C. C. et al. The surgically induced stress response. **Journal of parenteral and enteral nutrition**, v. 37, p. 21S-29S, 2013.

FISHER, J. T.; WALDRON, M. A.; ARMSTRONG, Craig J. Effects of hypoxia on lung mechanics in the newborn cat. **Canadian journal of physiology and pharmacology**, v. 65, n. 6, p. 1234-1238, 1987.

FISHER, J. T. et al. Vagal cholinergic innervation of the airways in newborn cat and dog. **Journal of applied physiology**, v. 69, n. 4, p. 1525-1531, 1990.

FOURNIER, A. et al. Epidemiological analysis of reproductive performances and kitten mortality rates in 5,303 purebred queens of 45 different breeds and 28,065 kittens in France. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 52, p. 153-157, 2017.

FOX, M. W. The ontogeny of behaviour and neurologic responses in the dog. **Animal Behaviour**, v. 12, n. 2-3, p. 301-310, 1964.

FOX, M. W. Developmental physiology and behavior. **Canine pediatrics**. Springfield (MO): Charles C Thomas, p. 22-5, 1966.

FRANCESCHINI, D. T. B.; CUNHA, M. L. C. da. Associação da vitalidade do recém-nascido com o tipo de parto. **Revista gaúcha de enfermagem**. Porto Alegre. Vol. 28, n. 3 (set. 2007), p. 324-330, 2007.

GELLHORN, E.; JANUS, A. The influence of partial pressure of O₂ on body temperature. **American Journal of Physiology-Legacy Content**, v. 116, n. 2, p. 327-329, 1936.

GORLIN, R.; LEWIS, B. M. Circulatory adjustments to hypoxia in dogs. **Journal of applied physiology**, v. 7, n. 2, p. 180-185, 1954.

GRUNDY, Sophie A. Clinically relevant physiology of the neonate. **Veterinary Clinics: Small Animal Practice**, v. 36, n. 3, p. 443-459, 2006.

GUNN-MOORE, D. A.; THRUSFIELD, M. V. Feline dystocia: prevalence, and association with cranial conformation and breed. **The Veterinary Record**, v. 136, n. 14, p. 350-353, 1995.

HADDAD, G. G.; MELLINS, Robert B. Hypoxia and respiratory control in early life. **Annual Review of Physiology**, v. 46, n. 1, p. 629-643, 1984.

HANSON, M. A.; KUMAR, P.; WILLIAMS, B. A. The effect of chronic hypoxia upon the development of respiratory chemoreflexes in the newborn kitten. **The Journal of Physiology**, v. 411, n. 1, p. 563-574, 1989.

HARDIE, E. M.; RAWLINGS, C. A.; GEORGE, J. W. Plasma-glucose concentrations in dogs and cats before and after surgery: comparison of healthy animals and animals with sepsis. **American journal of veterinary research**, v. 46, n. 8, p. 1700-1704, 1985.

HERFEN, K.; BOSTEDT, H. Acid-base status in newborn calves during the first days of life considering different states of vitality. **Berliner und Munchener tierarztliche Wochenschrift**, v. 112, n. 5, p. 166-171, 1999.

HERPIN, P. et al. Effects of the level of asphyxia during delivery on viability at birth and early postnatal vitality of newborn pigs. **Journal of Animal Science**, v. 74, n. 9, p. 2067-2075, 1996.

HILL, J. R. The oxygen consumption of new-born and adult mammals. Its dependence on the oxygen tension in the inspired air and on the environmental temperature. **The Journal of physiology**, v. 149, n. 2, p. 346-373, 1959.

HOSKINS, J. D. The liver and pancreas. **Veterinary Pediatrics**, p. 200, 2001.

INDREBØ, A.; TRANGERUD, C.; MOE, L. Canine neonatal mortality in four large breeds. **Acta Veterinaria Scandinavica**, v.49, (Suppl 1), p. 1-5, 2007.

JOHNSTON, S. D.; ROOT K., M. V.; OLSON, P. N. S. The neonate-from birth to weaning. **Canine and feline theriogenology**, v. 1, p. 146-167, 2001.

JOHNSTON, S. D.; ROOT K., M. V.; OLSON, P. N. S. Feline parturition. **Canine and feline theriogenology**, p. 431-437, 2001.

KANDA, T.; HIKASA, Y. Neurohormonal and metabolic effects of medetomidine compared with xylazine in healthy cats. **Canadian Journal of Veterinary Research**, v. 72, n. 3, p. 278, 2008.

KANEKO, J. J.; HARVEY. JW; BRUSS, ML. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals** (5th ed.). Academic Press, San Diego, p. 932, 1997.

KLIEGMAN, R. M.; MIETTINEN, E. L.; ADAM, P. A. J. Fetal and neonatal responses to maternal canine starvation: circulating fuels and neonatal glucose production. **Pediatric research**, v. 15, n. 6, p. 945-951, 1981.

KLIEGMAN, R. M.; MORTON, S. The metabolic response of the canine neonate to twenty-four hours of fasting. **Metabolism**, v. 36, n. 6, p. 521-526, 1987.

KREDATUSOVA, G. et al. Physiological events during parturition and possibilities for improving puppy survival: A review. **Veterinary Medicine**, v. 56, p. 589-594, 2011.

KUSTRITZ, M. V. Root. Clinical management of pregnancy in cats. **Theriogenology**, v. 66, n. 1, p. 145-150, 2006.

LAMM, C. G.; NJAA, B. L. Clinical approach to abortion, stillbirth, and neonatal death in dogs and cats. **Veterinary Clinics: Small Animal Practice**, v. 42, n. 3, p. 501-513, 2012.

LANDIM-ALVARENGA, F. C.; PRESTES, N. C.; SANTOS, T. C. M. Manejo do neonato. **Obstetrícia veterinária**. Rio de Janeiro: GUANABARA KOOGAN, p. 158-77, 2006.

LAWLER, D. F. Neonatal and pediatric care of the puppy and kitten. **Theriogenology**, v. 70, n. 3, p. 384-392, 2008.

LEITE, A. G. P. M. et al. Escore APGAR: Aplicação em neonatos caninos nascidos de parto normal e cesariana. **PUBVET**, v. 13, p. 152, 2019.

LINTZEL, W. Über die Wirkung der Luftverdünnung auf Tiere. **Pflüger's Archiv für die gesamte Physiologie des Menschen und der Tiere**, v. 227, n. 1, p. 693-708, 1931.

LITTLE, S. Feline pediatrics: how to treat the small and the sick. **Compendium: Continuing Education For Veterinarians**, v. 33, p. 1-6, 2011.

LITTLE, S. Playing mum: successful management of orphaned kittens. **Journal of feline medicine and surgery**, v. 15, n. 3, p. 201-210, 2013.

LITTLE, S. E. et al. O gato: medicina interna. Rio de Janeiro: **Roca**, p. 978-989, 2016.

LOTH, E. A.; VITTI, C. R.; DA SILVA NUNES, J. I. A diferença das notas do teste Apgar entre crianças nascidas de parto normal e parto cesariana. **Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR**, v. 5, n. 3, 2001.

LOURENÇO, M. L. G.; MACHADO, L. H. A. Características do período de transição fetal-neonatal e particularidades fisiológicas do neonato canino. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, p. 303-308, 2013.

LOURENÇO, M. L. G. Cuidados com neonatos e filhotes. Jericó MM, Kogika MM, De Andrade Neto JP **Tratado de medicina interna de cães e gatos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2431p, 2015.

LOWELL, K. J. et al. The effect of premature maternal separation on distress vocalizations and activity in kittens (*Felis catus*) during a brief nest separation. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 232, p. 105130, 2020.

LUCIO, C. F. et al. Acid-base changes in canine neonates following normal birth or dystocia. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 44, p. 208-210, 2009.

MACE, S. E.; LEVY, Matthew N. Neural control of heart rate: a comparison between puppies and adult animals. **Pediatric research**, v. 17, n. 6, p. 491-495, 1983.

MAGRINI, F. Haemodynamic determinants of the arterial blood pressure rise during growth in conscious puppies. **Cardiovascular research**, v. 12, n. 7, p. 422-428, 1978.

MATTOS, S. S. Fisiologia da circulação fetal e diagnóstico das alterações funcionais do coração do feto. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 69, p. 205-207, 1997.

MCMICHAEL, M. Pediatric emergencies. **Veterinary Clinics: Small Animal Practice**, v. 35, n. 2, p. 421-434, 2005.

MILLER JR, JAMES A.; MILLER, FAITH S. Interactions between hypothermia and hypoxia-hypercapnia in neonates. In: **Federation proceedings**. 1966. p. 1338-1341.

MINOVICH, F. G. Cuidados del gato neonato y emergências em neonatologia y pediatria. In: **Anais 3º Congresso Internacional de Medicina Felina, Rio de Janeiro. Núcleo de Ciência Veterinária, Rio de Janeiro**. 2003. p. 1-25.

MOON, P. F.; MASSAT, B. J.; PASCOE, P. J. Neonatal critical care. **Clinical Theriogenology**, v. 31, n.2, p. 343-367, 2001.

MORAFKA, D. J.; SPANGENBERG, E. K.; LANCE, V. A. Neonatology of reptiles. **Herpetological Monographs**, p. 353-370, 2000.

MORTOLA, J. P.; REZZONICO, R. Metabolic and ventilatory rates in newborn kittens during acute hypoxia. **Respiration physiology**, v. 73, n. 1, p. 55-67, 1988.

MORTOLA, J. P.; GAUTIER, H. Interaction between metabolism and ventilation: effects of respiratory gases and temperature. **Lung biology in health and disease**, v. 79, p. 1011-1064, 1995.

MÜNNICH, A. The pathological newborn in small animals: the neonate is not a small adult. **Veterinary research communications**, v. 32, n. 1, p. 81-85, 2008.

MÜNNICH, A.; KÜCHENMEISTER, U. Causes, diagnosis and therapy of common diseases in neonatal puppies in the first days of life: cornerstones of practical approach. **Reproduction in domestic animals**, v. 49, p. 64-74, 2014.

NACK, R.; DECLUE, A. E. In cats with newly diagnosed diabetes mellitus, use of a near-euglycemic management paradigm improves remission rate over a traditional paradigm. **Veterinary Quarterly**, v. 34, n. 3, p. 132-136, 2014.

NUNES, W. A.; TERZI, R. G. G. Oximetria de pulso na avaliação do transporte de oxigênio em pacientes críticos. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 7, p. 79-85, 1999.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). World health statistics 2021: monitoring health for the SDGs, sustainable development goals. Geneva: World Health Organization; 2021. Disponível em: <<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/342703/9789240027053-eng.pdf>>. Acesso em: 04 fev. 2022.

OPITZ, M. Stress hyperglycemia in cats. **Berliner und Munchener Tierarztliche Wochenschrift**, v. 103, n. 5, p. 151-158, 1990.

PETERSON, M. E.; KUTZLER, M. A. Small Animal Pediatrics. **1. ed. Saint Louis: Elsevier**, 2011.

POFFENBARGER, E. et al. Canine neonatology. Part 1. Physiologic differences between puppies and adults. **Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian**, v. 12, n. 11, p. 1601-1609, 1990.

PRATS, A. Neonatologia e pediatria canina e felina. **1. ed. São Caetano do Sul: Interbook**; 2005.

PTASZYNSKA, M. Compêndio de reprodução animal. 2008. Disponível em: <<https://www.bibliotecaagptea.org.br/zootecnia/sanidade/livros/COMPENDIO%20DE%20REPRODUCAO%20ANIMAL.pdf>>. Acesso em: 06 jan. 2022.

RAND, J. S. et al. Acute stress hyperglycemia in cats is associated with struggling and increased concentrations of lactate and norepinephrine. **Journal of veterinary internal medicine**, v. 16, n. 2, p. 123-132, 2002.

RIZZO, A. et al. First demonstration of an increased serum level of reactive oxygen species during the peripartal period in the ewes. **Immunopharmacology and Immunotoxicology**, v. 30, n. 4, p. 741-746, 2008.

ROHLICEK, C. V. et al. Cardiovascular and respiratory consequences of body warming during hypoxia in conscious newborn cats. **Pediatric research**, v. 40, n. 1, p. 1-5, 1996.

ROMAGNOLI, S. et al. Fertility parameters and reproductive management of Norwegian Forest Cats, Maine Coon, Persian and Bengal cats raised in Italy: a questionnaire-based study. **Journal of feline medicine and surgery**, v. 21, n. 12, p. 1188-1197, 2019.

SCHUBRING, C. Temperature regulation in healthy and resuscitated newborns immediately after birth. **Journal of Perinatal Medicine** ;14:27-33, 1986.

SCHULZ, J.; PLISCHKE, B.; BRAUN, H. Sucking and drinking behavior as criteria of vitality in newborn calves. **Tierärztliche Praxis**, v. 25, n. 2, p. 116-122, 1997.

SILVA, L. C. G. Parâmetros clínicos, hemogasométricos e radiográficos para avaliação respiratória de neonatos caninos nascidos em eutocia ou cesariana eletiva. **Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo**. 2008.

SILVA, L. C. G. et al. Neonatal clinical evaluation, blood gas and radiographic assessment after normal birth, vaginal dystocia or caesarean section in dogs. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 44, p. 160-163, 2009.

SILVERSTEIN, D.; HOPPER, K. Small animal critical care medicine - **E-Book. Elsevier Health Sciences**, 2014.

SIRISTATIDIS, C. et al. Evaluation of fetal intrapartum hypoxia by middle cerebral and umbilical artery Doppler velocimetry with simultaneous cardiotocography and pulse oximetry. **Archives of gynecology and obstetrics**, v. 270, n. 4, p. 265-270, 2004.

SOCHA, P. et al. Obstetric and newborn parameters in the Maine Coon cats. **Polish journal of veterinary sciences**, p. 439-443-439-443, 2019.

SPARKES, A. H. et al. A questionnaire-based study of gestation, parturition and neonatal mortality in pedigree breeding cats in the UK. **Journal of Feline Medicine and Surgery**, v. 8, n. 3, p. 145-157, 2006.

STRÖM HOLST, B.; FRÖSSLING, J. The Swedish breeding cat: population description, infectious diseases and reproductive performance evaluated by a questionnaire. **Journal of feline medicine and surgery**, v. 11, n. 10, p. 793-802, 2009.

STURGESS, K. Enfermedades infecciosas de cachorros jóvenes y gatitos. **Manual de Reproducción y Neonatología en Pequeños Animales**. Harcourt, Madrid, p. 215-224, 2000.

SZELENYI, Z. et al. The thermogenetic function of brown adipose tissue and the response of body temperature to hypoxia and hypercapnia in the cold and the warm-adapted rat. **Acta Physiologica Academiae Scientiarum Hungaricae**, v. 33, p. 31-39, 1968.

TITKOVA, R. et al. Puppy Apgar scores after vaginal delivery and caesarean section. **Veterinárni medicína**, v. 62, n. 9, p. 488-492, 2017.

TRAAS, A. M. Surgical management of canine and feline dystocia. **Theriogenology**, v. 70, n. 3, p. 337-342, 2008.

VAN RHEENEN, P. F.; GRUSCHKE, S.; BRABIN, B. J. Delayed umbilical cord clamping for reducing anaemia in low birthweight infants: implications for developing countries. **Annals of tropical paediatrics**, v. 26, n. 3, p. 157-167, 2006.

VASSALO, Flávia Gardilin et al. Topics in the routine assessment of newborn puppy viability. **Topics in companion animal medicine**, v. 30, n. 1, p. 16-21, 2015.

VERONESI, M. C. et al. An Apgar scoring system for routine assessment of newborn puppy viability and short-term survival prognosis. **Theriogenology**, v. 72, n. 3, p. 401-407, 2009.

VON DEHN, Benita. Pediatric clinical pathology. **Veterinary Clinics: Small Animal Practice**, v. 44, n. 2, p. 205-219, 2014.

VON HEIMENDAHL, A.; CARIOU, M. Normal parturition and management of dystocia in dogs and cats. **In Practice**, v. 31, n. 6, p. 254-261, 2009.

WALDRON, M. A.; FISHER, J. T. Differential effects of CO₂ and hypoxia on bronchomotor tone in the newborn dog. **Respiration physiology**, v. 72, n. 3, p. 271-282, 1988.

WASHIZU, T. et al. Comparison of the activities of enzymes related to glycolysis and gluconeogenesis in the liver of dogs and cats. **Research in veterinary science**, v. 67, n. 2, p. 205-206, 1999.

YOUNG, C. Prewaning mortality in specific pathogen free kittens. **Journal of Small Animal Practice**, v. 14, n. 7, p. 391-398, 1973.

APÉNDICE



HOSPITAL VETERINÁRIO – FMVZ UNESP - BOTUCATU

Ficha de atendimento neonatal de cães e gatos – **CESARIANA E PARTO VAGINAL**

Data _____ RG nº _____ Espécie _____ Raça _____

Nome do animal _____ Idade _____ Sexo F () M () Peso _____

Nome do proprietário _____ Telefone _____

Endereço _____

Resumo do atendimento

Histórico e anamnese

Progenitores e partos anteriores:

1. Primiparidade, 2. abortos, 3. distocia, 4. agalactia, 5. mastite, 6. malformações em ninhadas anteriores (7. com o mesmo genitor?), 8. mortalidade em ninhadas anteriores, 9. canibalismo, 10. vacinação, 11. vermifugação, 12. acasalamento consanguíneo, 13. utilização de anticoncepcionais.

Gestação:

1. Aborto, 2. doença, 3. alimentação, 4. administração de fármacos, 5. suplementos, 6. vacinação, 7. vermifugação, 8. exposição a outros animais ou ambientes, 9. exames pré-natais, 10. maternidade.

Anestesia _____

Número de filhotes _____

Reanimação ou ressuscitação neonatal

(nº de filhotes, fármacos e procedimentos realizados)

Malformações?

(Quais, nº de filhotes e procedimentos realizados)

Manejo de órfãos?

(Causa e procedimentos realizados)

Infecção neonatal?

(Causa e procedimentos realizados)

Outras informações/ outros procedimentos realizados

Mortalidade

(Nº de filhotes, aborto, natimorto, mortalidade neonatal (precoce ou tardia?), causas)

Retorno

FICHA DE PESAGEM NEONATAL DIÁRIA PARA PROPRIETÁRIOS

HOSPITAL VETERINÁRIO – FMVZ UNESP - BOTUCATU

(Favor retornar essa ficha)

FILHOTES	PESO							
	Nº1/Cor da fita:	Nº2/Cor da fita:	Nº3/Cor da fita:	Nº4/Cor da fita:	Nº5/Cor da fita:	Nº6/Cor da fita:	Nº7/Cor da fita:	Nº8/Cor da fita:
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								
Hora:								
Hora:								
Data:								