

麻薬がない！をどう乗り切る？
～麻薬ゼロで考える周術期疼痛管理～

近畿動物医療センター/大阪公立大学獣医臨床センター
麻生 遼太

 Kinki Animal Medical Center

 大阪公立大学
Osaka Metropolitan University



大阪公立大学
Osaka Metropolitan University

背景

麻薬はとても便利、鎮痛力強い＝麻酔が安定しやすい

麻薬は使用の制限がかかる施設もある

麻薬に頼りすぎない鎮痛管理の検討

麻薬に頼りすぎない鎮痛管理の検討

過去に使っていたプロトコル

前投与
ミダゾラム 0.1 mg/kg IV
フトルファンール 0.2 mg/kg IV

導入
プロポフォール 8 mg/kg IV to effect

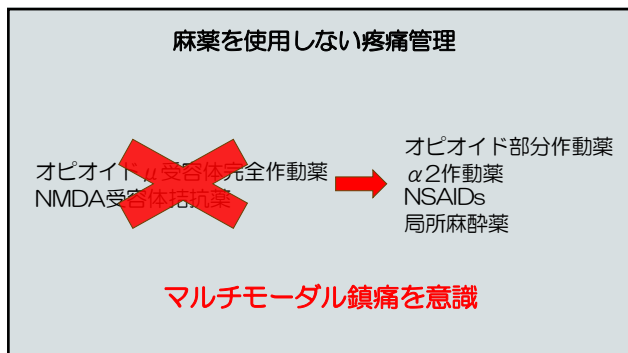
麻酔維持
酸素-イソフルラン

術後鎮痛
メロキシカム 0.2 mg/kg SC
ブレンロフィン 20 μ g/kg IM

+ メデトミジン 1 μ g/kg 適宜IV

[illegible]

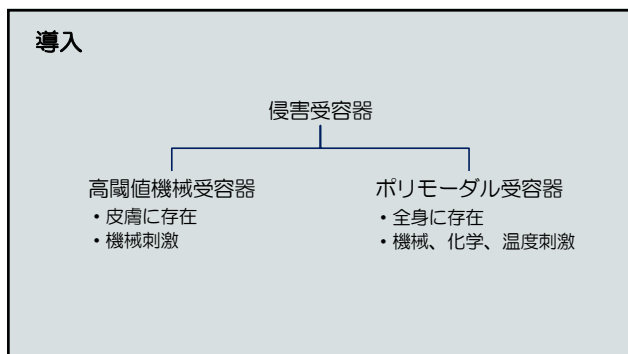
1



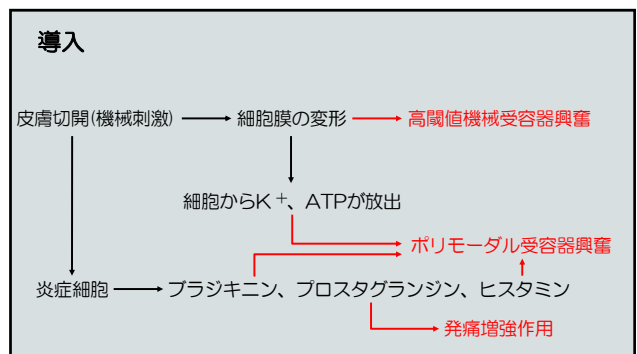
9



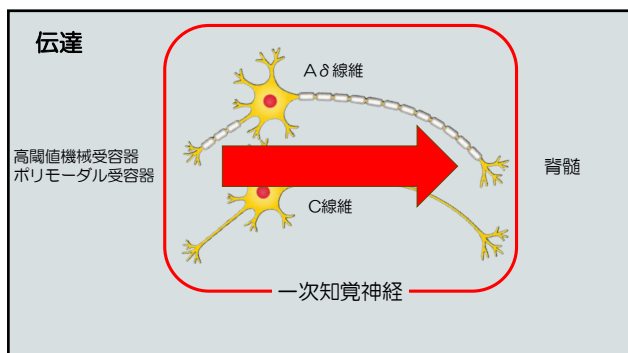
10



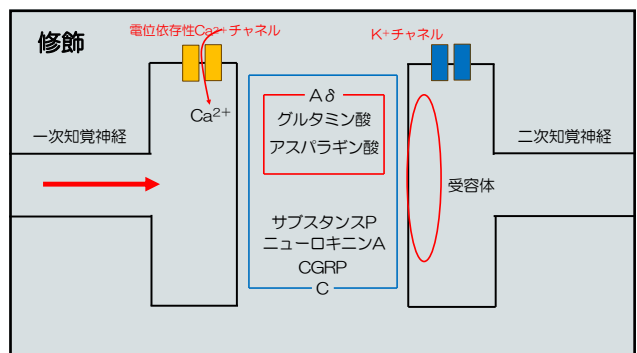
11



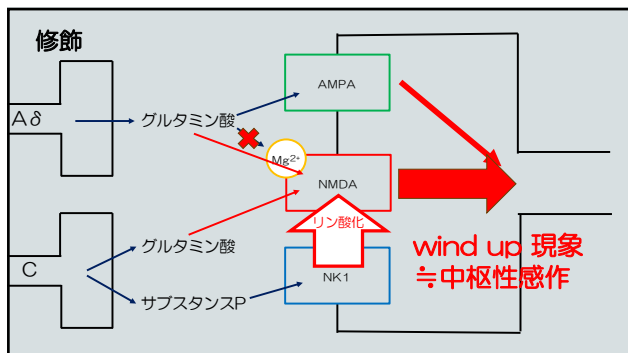
12



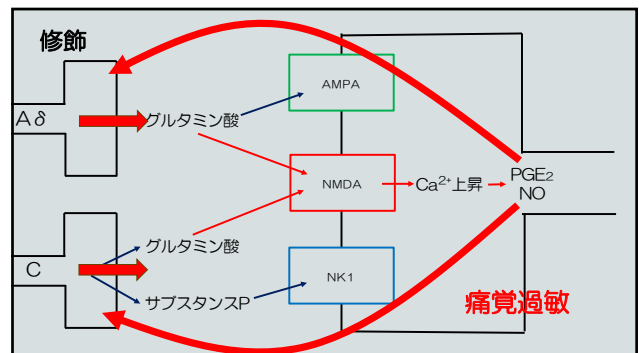
13



14



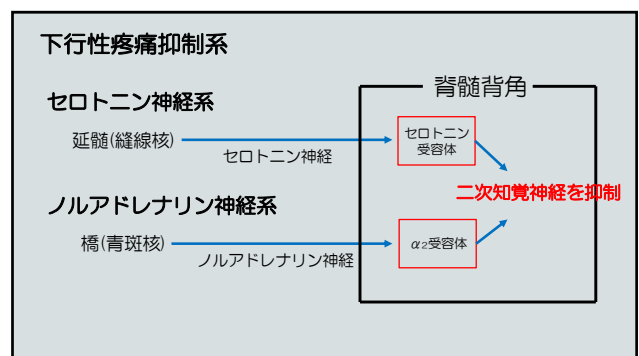
15



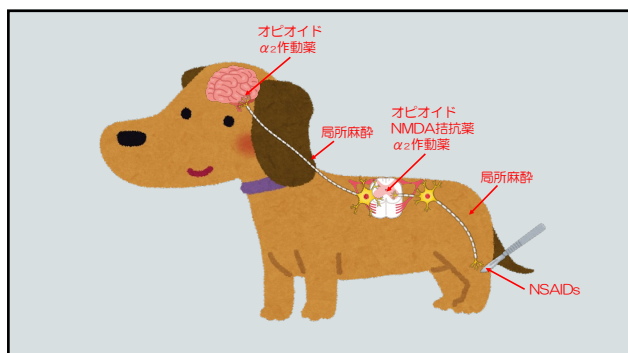
16



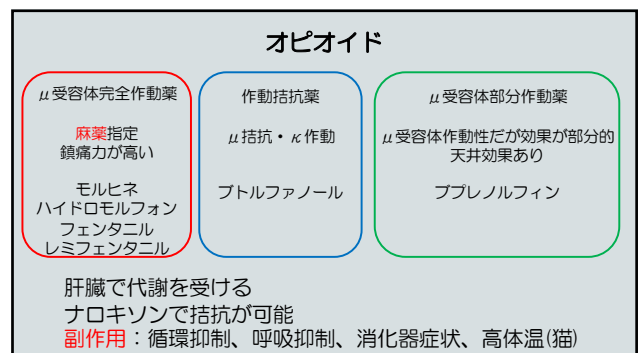
17



18



19



20

オピオイド受容体

表1 オピオイド受容体サブタイプの特徴とリガンド

受容体タイプ	μ オピオイド受容体	δ オピオイド受容体	κ オピオイド受容体
鎮痛作用	++	+	++
鎮静作用	++	+	++
消化管運動抑制	++	+	+
呼吸抑制	+	-	-
咳嗽反射抑制	+	- (悪化)	+
催熱性	+	+	- (鎮痛感)
利尿作用	+	- (利尿)	+
細胞内情報伝達	CAMP 産生 ↓、 Ca^{2+} チャネル ↓、 K^+ チャネル ↑ (Gi/oα 依存性) PLC 活性化・PKC 活性化 (Gqβ 依存性)	CAMP 産生 ↓、 Ca^{2+} チャネル ↓、 K^+ チャネル ↑ (Gi/oα 依存性) PLC 活性化・PKC 活性化 (Gqβ 依存性)	CAMP 産生 ↓、 Ca^{2+} チャネル ↓、 K^+ チャネル ↑ (Gi/oα 依存性)
主な発現部位	大脳皮質、線条体、視床、視床下部、中脳、橋-延髄 (青斑核、孤束核)、脊髄、一次感覚神経など	大脳皮質、線条体、側坐核、中脳など	線条体、側坐核、視床、視床下部、中脳、橋-延髄 (青斑核、孤束核)、脊髄など

鎮痛効果
 $\mu > \kappa$
 κ 受容体で不快感

がん疼痛の薬物療法に関するガイドライン。特定非営利活動法人 日本緩和医療学会 緩和医療ガイドライン委員会編。金原出版株式会社。2014。pp44。

21

オピオイド受容体

脳幹・脊髄・末梢に存在(鎮痛作用は脳と脊髄の受容体が関与)

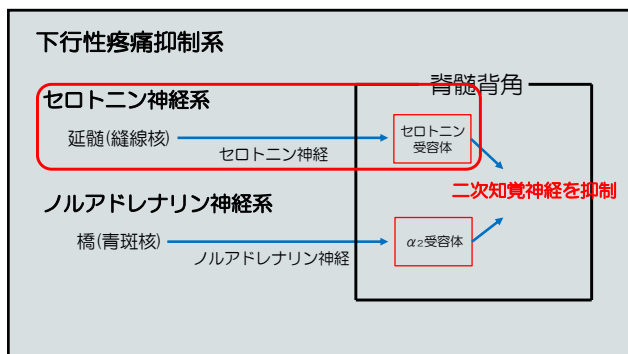
脳幹

下行性疼痛抑制系(セロトニン神経系)を活性化

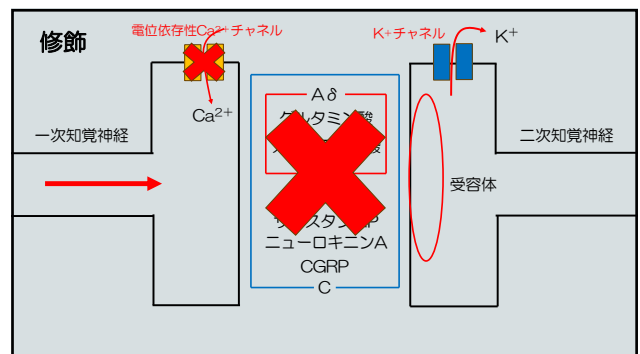
脊髄

神経伝達物質の放出抑制、二次知覚神経の興奮抑制

22



23



24

オピオイド

薬剤名	投与量	投与経路	作用時間
ブトルファノール	0.1-0.4 mg/kg	IV, IM, SC	60-180 分
ブプレノルフィン	5-20 μ g/kg	IV, IM, SC	6-8 時間
モルヒネ	0.25-1.0 mg/kg	IM, SC, (IV)	3-6 時間
フェンタニル	2-5 μ g/kg (LD) 5-40 μ g/kg/hr (CRI)	IV	20-45 分

25

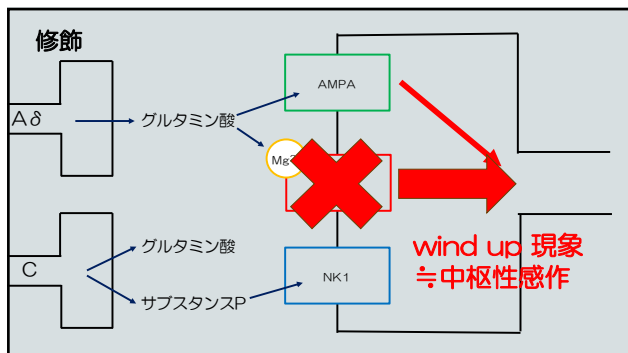
NMDA受容体拮抗薬

脊髄後角にあるNMDA受容体を拮抗
wind up現象や痛覚過敏を抑える

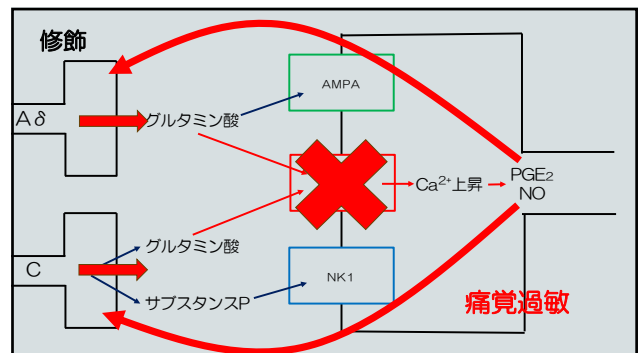
犬：肝臓で代謝
猫：代謝されず腎排泄

副作用：心拍数上昇、眼圧上昇

26



27



28

NMDA受容体拮抗薬			
薬剤名	投与量	投与経路	作用時間
ケタミン	0.5-2.5 mg/kg	IV IM	30 分
	0.5 mg/kg (LD) 0.6-1.8 mg/kg/hr (CRI)		

29

α ₂ 受容体作動薬	
鎮静	鎮痛
中枢神経系 ノルアドレナリン放出抑制	脳 下行性疼痛抑制系(ノルアドレナリン神経系)を活性化 脊髄 神経伝達物質の放出抑制、二次知覚神経の過分極
副作用：徐脈、呼吸抑制、嘔吐、利尿、インスリン分泌抑制	

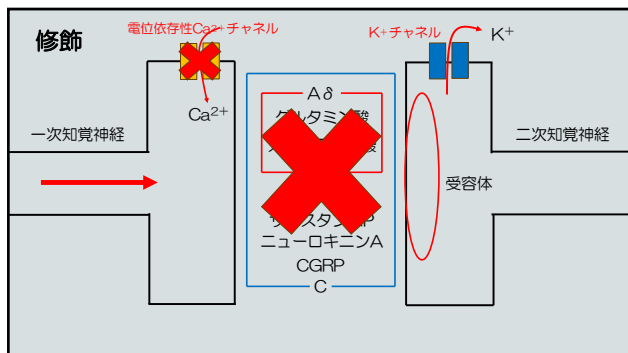
30

α ₂ 受容体作動薬(圧受容器反射)
平均↑血圧 = 心拍出量 × 全身↑管抵抗
心拍出量 = 1回拍出量 × 心↓拍数
1回↓拍出量 = 前負荷 × 心機能 ÷ 後↑負荷
1回拍出量の低下 逆流量の増加(心原性肺水腫のリスク) 逆流性心疾患を持った症例での使用は推奨されていない

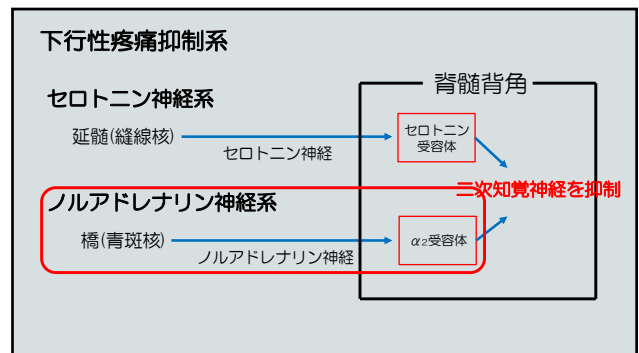
31

α ₂ 受容体作動薬
メデトミジン デクスメデトミジン(活性あり)とレボメデトミジン(活性なし)が1:1 薬理作用の主体はデクスメデトミジン
メデトミジン 2 μg/kg ≡ デクスメデトミジン 1 μg/kg

32



33

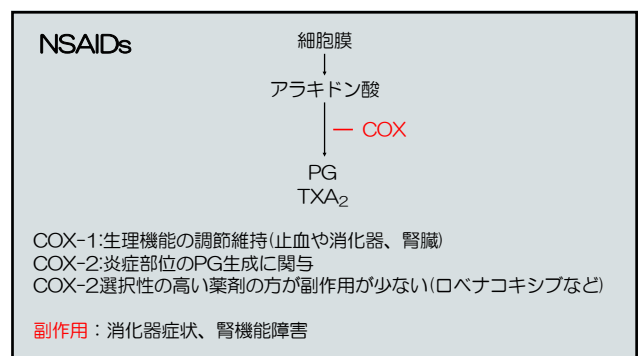


34

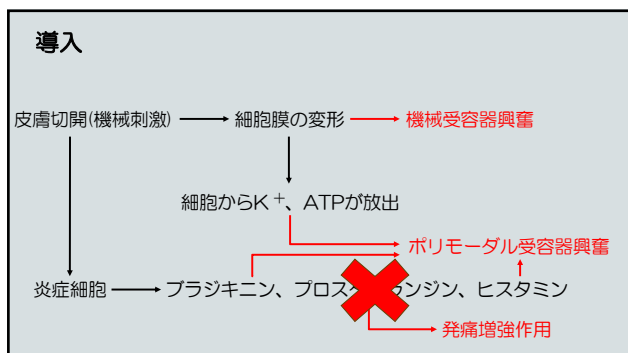
α₂受容体作動薬

薬剤名	投与量	投与経路	作用時間
メデトミジン	3-10 μg/kg 5-20 μg/kg	IV IM	1-2 時間
	3-10 μg/kg (LD) 1-5 μg/kg/hr (CRI)		

35



36



37

NSAIDs

薬剤名	投与量	投与経路	作用時間
メロキシカム	0.2 mg/kg	SC	24 時間
ロベナコキシブ	2 mg/kg	SC	24 時間

38

局所麻酔薬

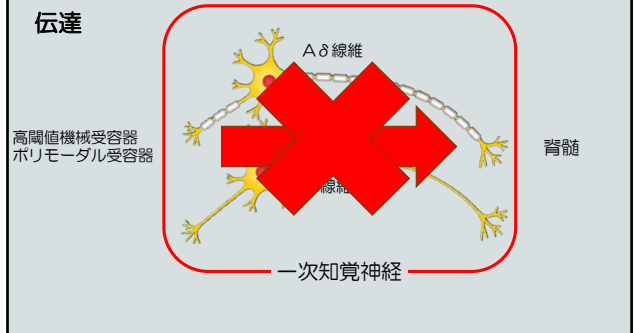
電位依存性Na⁺チャネルを遮断
→知覚神経の活動電位を発生させない＝無痛

エステル型：血漿コリンエステラーゼによって分解
アミド型：肝臓で代謝(作用時間長い)

副作用：局所麻酔中毒

39

伝達



40

局所麻酔中毒(LAST)



心血管系の抑制

呼吸停止

意識消失、昏睡

発作

筋攣縮、視覚障害

陽性変力作用、鎮痛作用

立ちくらみ、しびれ

抗けいれん作用、抗不整脈作用

神経系と循環系

41

局所麻酔薬

最大投与量 (mg/kg)	犬	猫
リドカイン	6-10	3-5
ブピバカイン	2	1-1.5
ロピバカイン	3	1.5

最大投与量を超えない
逆血がないことの確認
BCSにも注意

42

その他の鎮痛補助薬

ミダゾラム・ジアゼパム

GABA_A受容体への結合を増強(直接的な作動性活性は持たない)
抑制性神経伝達を増強(抗不安作用、鎮静作用、筋弛緩作用)

作用は症例により異なり逆説的な行動変化を引き起こすことも
高用量では、落ち着きのなさや逆説的興奮がよく認められる

フルマゼニルによって拮抗可能

副作用：循環抑制も呼吸抑制も小さい

43

その他の鎮痛補助薬

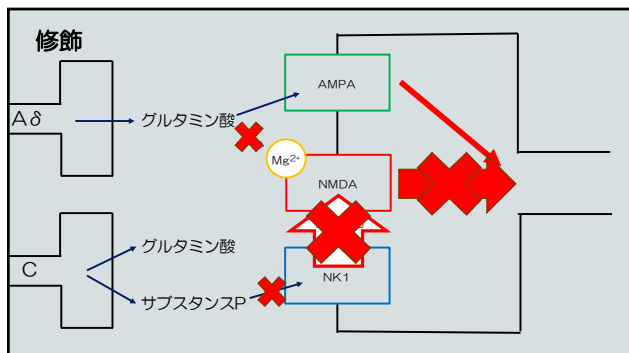
マロピタント

ニューロキニン1 (NK₁) 受容体拮抗薬
制吐作用→PONV(術後悪心)の予防として利用可

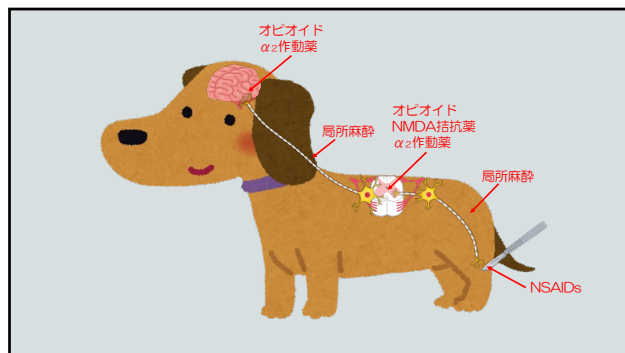
サブスタンスPの結合を抑えるため、鎮痛作用がある可能性も
MAC低減作用も示されている

副作用：注射時疼痛、投与後低血圧

44



45



46

疼痛評価

術後24時間は疼痛評価

Barbara T, Jacqueline R, Marian ES, et al. The short form of the Glasgow composite measure pain scale in postoperative analgesia studies in dogs: a scoping review. Front Vet Sci. 30:8, 2021.

Patrice MM, Peter WH, Lori K, et al. Effects of a pilot training program on veterinary students' pain knowledge, attitude, and assessment skills. J Vet Med Educ. 37:358-368, 2010.

動物のいたみ研究会

47

症例1

マルチース、未去勢オス、13yOm
手術内容：去勢手術(精巣腫瘍)

- 前投薬
ブトルファノール 0.4 mg/kg IV
- 導入薬
プロボフォル 10 mg/kg IV to effect
- 麻酔維持
酸素-イソフルラン
- 術後鎮痛
ロベナコキシブ 2 mg/kg SC
- その他
精索ブロック 1% リドカイン 0.2 mL/kg

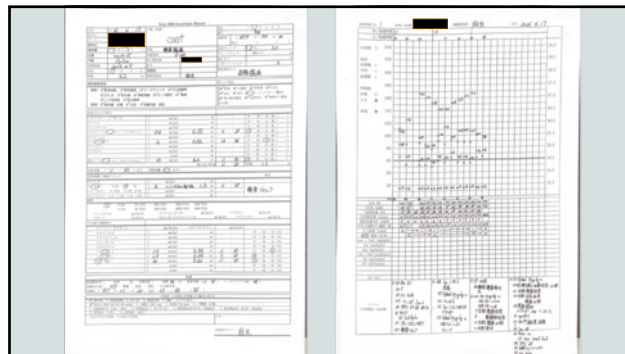
48

Table 23.8 Authors' recommendations pertaining to dose, route, and frequency of administration for commonly used opioids in dogs, cats, and horses. In all clinical situations, dose and dosing intervals should be guided by use of validated pain assessment tools.

Drug	Dog	Cat	Horse
Morphine	0.3-1.0 mg/kg IM, IV q2-4 h	0.2-0.4 mg/kg IM, IV q4-6 h	0.05-0.3 mg/kg IM, IV q8 h
Hydromorphone	0.1-0.2 mg/kg IV CR	0.05-0.1 mg/kg IV CR	0.03 mg/kg IV CR
Oxycodone	0.05-0.2 mg/kg IM, IV q2-4 h	0.025-0.1 mg/kg IM, IV q2-4 h	0.02-0.03 mg/kg IV CR
Methadone	0.05-0.2 mg/kg IM, IV q4 h	0.025-0.1 mg/kg IM, IV q4-6 h	0.01-0.04 mg/kg IM, IV q7-12 h
Meprobamate (gabapentin)	3-5 mg/kg IM q1-2 h	3-5 mg/kg IM q1-2 h	0.05-0.1 mg/kg IM, IV
Fentanyl (injectable)	2-10 µg/kg IV followed by 3-20 µg/kg IV CR	1-10 µg/kg IV followed by 2-15 µg/kg IV CR	1-2 mg/kg IM
Fentanyl (transdermal)	3-5 µg/kg applied as a patch q3 days	3-5 µg/kg applied as a patch or 1 x 25 µg patch per cat q5 days	3 x 100 µg patches per adult horse q36-48 h
Buprenorphine	0.01-0.02 mg/kg IV, IM, SC q6-8 h ^a	0.01-0.02 mg/kg IV, IM, SC, OTM q4-8 h ^a	0.005-0.01 mg/kg IM, IM, SC ^a
Butorphanol	0.4 mg/kg IV, IM, SC q2-4 h	0.2 mg/kg IV, IM, SC q1-4 h	0.01-0.1 mg/kg IV, IM, SC q2-6 h
Nalbuphine	0.2 mg/kg IV CR	0.1-0.25 mg/kg IV, IM, SC q2-4 h	0.04 mg/kg IV CR
Tamadol	0.25-1 mg/kg IV, IM, SC q2-4 h	2-4 mg/kg IV, IM, SC q2-4 h	2-4 mg/kg IV, IM, SC q2-4 h
Tapentadol	2-4 mg/kg IM, IV q4-8 h	4-10 mg/kg PO q4-6 h	5-10 mg/kg PO q8-12 h

Bradley TS, Ignacio L. 23 Opioids. In: Leigh L, Kurt G, Shellah R, Lyda L, Carrie S, eds. Veterinary Anesthesia and Analgesia, 6th ed. Wiley Blackwell, 2024, pp375.

49



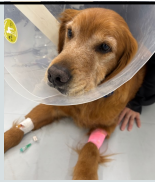
50



51

症例2

ゴールデンレトリバー、未避妊メス、9y1m
手術内容：乳腺腫瘍部分切除、避妊手術
過去に予定された避妊手術は心室性期外収縮発生のため中止



- 前投薬
ブトルファノール 0.4 mg/kg IV
リドカイン 1 mg/kg (LD) → 3 mg/kg/hr (CRI)
メデトミジン 1 µg/kg (15分かけてLD) → 1 µg/kg/hr (CRI)
- 導入薬
プロポフォール 8 mg/kg IV to effect
- 麻酔維持
酸素-イソフルラン
- 術後鎮痛
フプレノルフィン 10 µg/kg IM 鎮痛カテーテル設置
ロバナコキシブ 2 mg/kg SC

52

メデトミジン

鎮痛補助を目的に使用

低用量のCRIはイソフルランMACを低減させつつ、循環抑制は最小限

デクスメデトミジン 0.5 µg/kg (LD) → 0.5 µg/kg/hr (CRI) で
犬：イソフルランMACを約18 %低下
猫：イソフルランMACを約20 %低下

Peter JP, Maria R, Erja K, et al. Changes in the minimum alveolar concentration of isoflurane and some cardiopulmonary measurements during three continuous infusion rates of dexmedetomidine in dogs. *Vet Anaesth Analg*. 33:97-103, 2006.

Simon BT, Scallan EM, Coursey CD, et al. The clinical effects of a low dose dexmedetomidine constant rate infusion in isoflurane anesthetized cats. *Vet J*. 234:55-60, 2018.

53

リドカイン

抗不整脈作用と鎮痛補助を目的に使用

リドカイン静脈内投与の鎮痛効果

- 抗炎症作用
- Na⁺チャネルの遮断
- NMDA受容体への作用

Thomas JD, Seddighi MR. Local anesthetics as pain therapy in horses. *Vet Clin North Am Equine Pract*. 26:533-549, 2010.

Andrea O, Rose SE, Yinsij L, et al. Mexiletine and lidocaine suppress the excitability of dorsal horn neurons. *Anesth Analg*. 109:258-264, 2009.

Furutani K, Ikoma M, Ishii H, et al. Bupivacaine inhibits glutamatergic transmission in spinal dorsal horn neurons. *Anesthesiology*. 112:138-143, 2010.

54

リドカイン

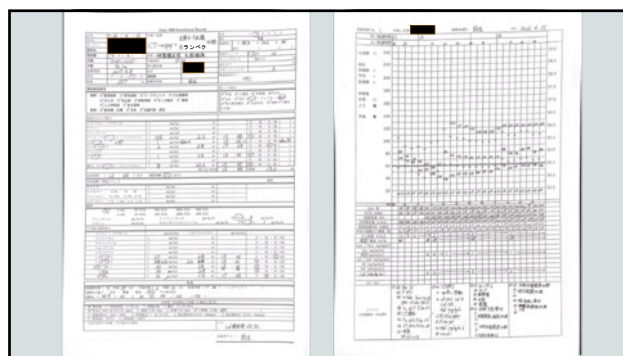
抗不整脈作用と鎮痛補助を目的に使用

リドカイン静脈内投与の抗不整脈作用
I b群の抗不整脈薬

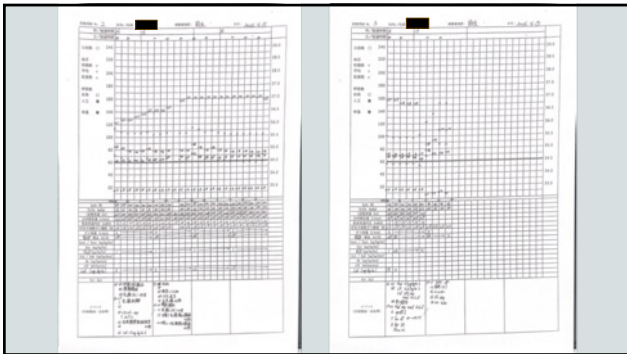
- Naチャネルを遮断することで不整脈を抑制

心室性期外収縮、心室頻拍、心室細動など、心室性不整脈に用いる

55



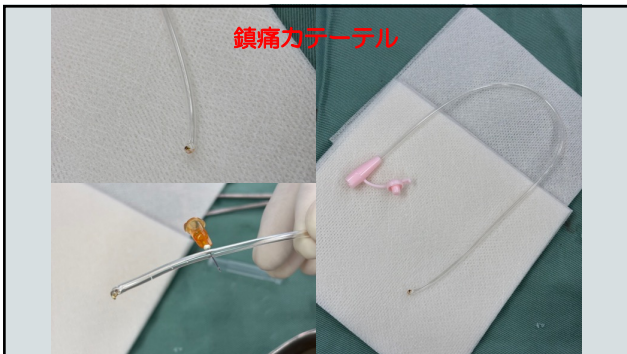
56



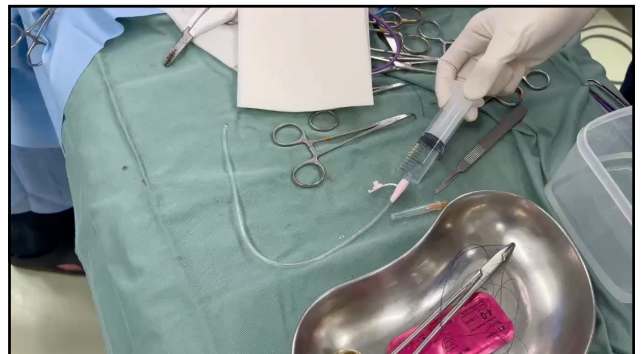
57



58



59



60



61

鎮痛カテーテル

投与する薬液はブピバカイン・ロピバカイン
最大投与量を超えない、術創に満遍なく広がるよう希釈
6-8時間おきに投与

Procedure	Regional block	Dose	Reference
Enucleation	Peribulbar block	Bupivacaine 2 mg/kg total dose Cat: dilute with saline to 3.5-4 mL total volume for "nerve" (< 4 kg) cat Dog: dilute with saline to 0.2-0.8 mL/kg total volume for dogs	[86]
Dental extractions	Intraoral, mandibular, and maxillary blocks	Bupivacaine 1-2 mg/kg total dose	[87]
Facial head and neck extensile or hindlimb amputation	Lumbosacral epidural	Morphine (preservative-free) 0.1 mg/kg or Bupivacaine 0.05% mg/kg combined with Bupivacaine 0.5 mg/kg	[88]
Perineal urethrostomy	Caudal epidural	Bupivacaine 0.25 mg/kg, dilute 1:1 with saline	[89]
Castration	Intombacal block	Bupivacaine 2 mg/kg	[90]
Ovariohysterectomy	Intombacal block	Bupivacaine 2 mg/kg, dilute to 1 mL/kg with saline	[91]
Total ear canal ablation	Auricular block	Bupivacaine 2 mg/kg	[92]
General soft tissue or orthopedic surgery	Infiltrative block	Bupivacaine 2 mg/kg (diluted in all types of tissue) Epinephrine-impregnated bupivacaine (EpiBup) 0.5 mg/kg can be diluted 1:1 with saline or 0.5% bupivacaine	[93,94]
	Intombacal catheter	Bupivacaine 1-2 mg/kg q 6-8 hours or Lidocaine 1.5-3 mg/kg/hour	

A photograph showing a catheter and a syringe, likely used for administering the local anesthetic solution.

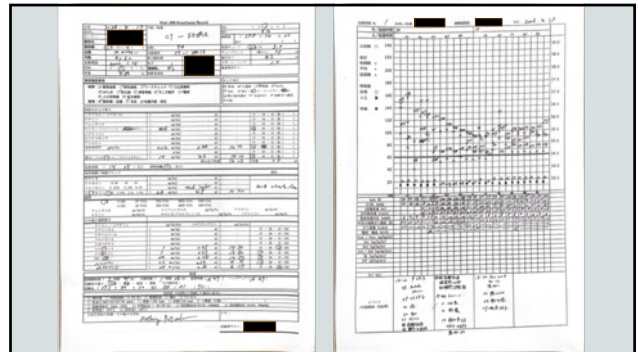
62

症例3

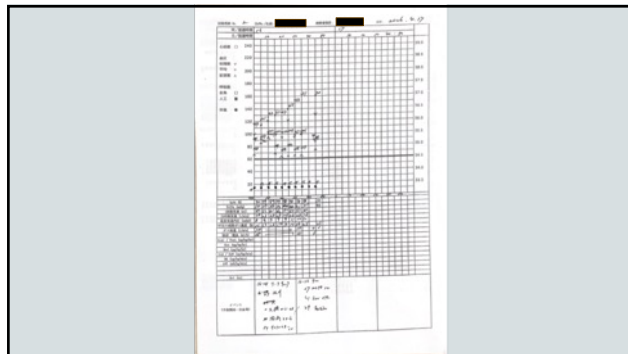
ミニチュアピンシャー、未去勢オス、4y3m
手術内容：消化管端々吻合(異物)

- 前投薬
ブレンノルフィン 20 µg/kg IV
- 導入薬
プロポフォール 10 mg/kg IV to effect
- 麻酔維持
酸素-イソフルラン
- その他
腰方形筋ブロック 0.25 % ロビパカイン 0.5 mL/kg/site

63



64



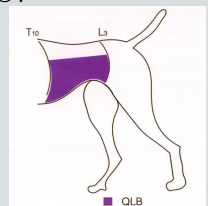
65

腰方形筋ブロック

超音波ガイド下で脊髄神経(腹側枝)をブロック
体性痛がメイン、内臓痛にも効果があるかも？

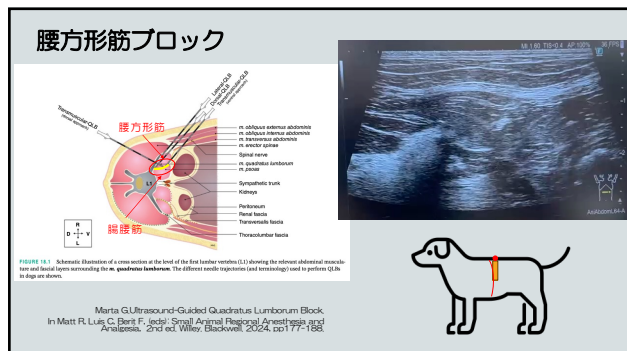
推奨投与量：0.3~0.6 mL/kg/site

合併症
腹腔内穿刺、腹腔内臓器の損傷
局所麻酔中毒



66

腰方形筋ブロック



67

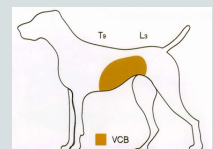
腹横筋膜面ブロック

超音波ガイド下で脊髄神経(T9-T13,L1-L3)をブロック
体性痛に対する効果のみ

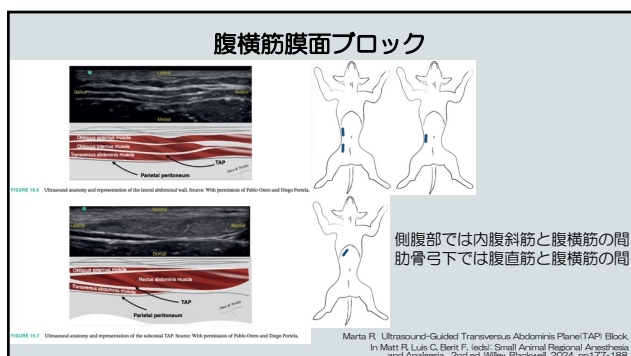
肋骨弓下、側腹部のアプローチを組み合わせで行う

推奨投与量：0.3 mL/kg/site

合併症
腹腔内穿刺、腹腔内臓器の損傷
局所麻酔中毒



68



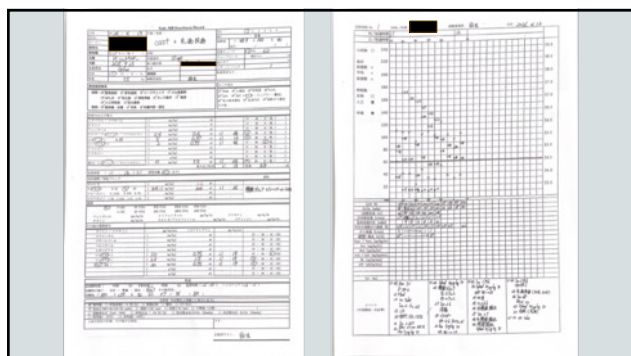
69

症例4

ミニチュアシュナウザー、未去勢オス、Oy6m
手術内容：去勢手術

- 前投薬
ブトルファノール 0.4 mg/kg IV
メトミジン 5 µg/kg IV
- 導入薬
プロポフォール 10 mg/kg IV to effect
- 麻酔維持
酸素-イソフルラン
- 術後鎮痛
ロベナコキシブ 2 mg/kg SC
- その他
精巣ブロック 1% リドカイン 0.5~1.0 mL/kg/site

73



74

痛みの経路と鎮痛薬の作用を理解して組み合わせる

↓

麻薬がなくても十分な鎮痛を提供できる可能性がある

75

ご質問等はいつでもどうぞ

m25935k@omu.ac.jp

76