

Linee guida AVMA sull'eutanasia (già Rapporto del gruppo di esperti AVMA sull'eutanasia) Giugno 2007

Avviso- Le linee guida dell'AVMA (*American Veterinary Medical Association*) sull'eutanasia (già, Rapporto del gruppo di esperti AVMA sull'eutanasia) sono state spesso oggetto di erronea interpretazione. Si prega di prendere quindi nota dei seguenti aspetti:

- Le linee guida non sono in alcun modo utilizzabili per l'iniezione letale umana.

- Nel rapporto non è citato il metodo comunemente utilizzato per l'iniezione letale umana, basato sull'associazione di un barbiturico, un agente paralizzante e cloruro di potassio, somministrati in siringhe o in fasi separate.

- In nessun caso il rapporto cita il pancuronio bromuro, l'agente paralizzante utilizzato per l'iniezione letale umana.

INDICE

Indice	3
Prefazione	5
Introduzione	6
Considerazioni generali	9
Considerazioni relative al comportamento animale	10
Considerazioni relative al comportamento umano	11
Meccanismo d'azione degli agenti eutanasi	13
Agenti inalatori	14
Diossido di carbonio	
Azoto, argon	
Monossido di carbonio	
Farmaci non inalatori	22
Derivati dell'acido barbiturico	
Associazioni del pentobarbital	
Cloralio idrato	
T-61	
Tricaino-metano-sulfonato (MS 222, TMS)	
Potassio cloruro preceduto da anestesia generale	
Farmaci iniettabili non accettabili	
Metodi fisici	25
Proiettile captivo penetrante	
Commozione cerebrale	
Arma da fuoco	
Dislocazione cervicale	
Decapitazione	
Elettrocuzione	
Irradiazione con microonde	
Compressione toracica (cardiopulmonare, cardiaca)	
Trappole mortali	
Macerazione	
Metodi aggiuntivi	
Dissanguamento	
Stordimento	
Enervazione (pithing)	
Considerazioni speciali	36
Eutanasia equina	
Animali destinati all'alimentazione umana o animale	
Specie non convenzionali: animali da zoo, selvatici, acquatici ed ectotermi	
Animali da zoo	
Fauna selvatica	
Animali selvatici o vaganti malati, feriti o catturati vivi	
Uccelli	
Anfibi, pesci e rettili	
Mammiferi marini	

Eutanasia degli animali allevati per la produzione di pellicce	
Eutanasia prenatale e neonatale	
Eutanasia di massa	
Postfazione	43
Appendice 1	45
Agenti e metodi di eutanasia suddivisi per specie	
Appendice 2	46
Agenti e metodi di eutanasia accettabili	
Appendice 3	48
Agenti e metodi di eutanasia condizionatamente accettabili	
Appendice 4	51
Alcuni agenti e metodi di eutanasia non accettabili	
Bibliografia	53

PREFAZIONE

Su richiesta del consiglio delle ricerche della *American Veterinary Medical Association* (AVMA), nel 1999 il comitato esecutivo dell'AVMA ha costituito un gruppo di esperti sull'eutanasia per riconsiderare ed effettuare le revisioni necessarie al quinto rapporto sull'eutanasia, pubblicato nel 1993.¹ Il rapporto dell'anno 2000 del gruppo di esperti AVMA è stato pubblicato sul *Journal of the American Veterinary Medical Association*.²¹⁶ In quella versione, il gruppo di esperti aveva aggiornato le informazioni sull'eutanasia animale nelle strutture adibite alla ricerca, alla cura e al controllo degli animali, ampliato le informazioni sugli animali ectotermi, acquatici e da pelliccia, aggiunto informazioni riguardanti i cavalli e le specie selvatiche ed eliminato i metodi o gli agenti considerati non accettabili. Poiché le deliberazioni del gruppo di esperti erano basate su informazioni scientifiche ancora attuali, alcuni metodi e agenti non vengono più discussi.

Nel 2006, il comitato esecutivo AVMA ha approvato una raccomandazione secondo cui l'AVMA convoca un gruppo di scienziati che ogni dieci anni rivede la letteratura scientifica sui metodi esistenti e possibili di eutanasia, allo scopo di produrre le linee guida AVMA sull'eutanasia. Durante gli anni interposti, le richieste di inclusione nelle linee guida AVMA di agenti o metodi nuovi o modificati devono essere dirette al Comitato per il benessere animale (AWC) dell'AVMA. Le revisioni sono basate su una completa valutazione delle conoscenze scientifiche disponibili e richiedono l'approvazione del Consiglio esecutivo. La prima revisione progressiva, approvata nel 2006, consiste nell'aggiunta di un metodo fisico (macerazione) per l'eutanasia di pulcini, tacchinotti e uova embrionate. Le aggiunte progressive alle linee guida sono indicate dal testo sottolineato.

L'attenzione verso il benessere della fauna selvatica libera e le necessità di linee guida per un'eutanasia etica in questo ambito sono crescenti. La cattura di animali per indagini scientifiche, l'eutanasia di animali selvatici feriti o ammalati, l'allontanamento di animali che danneggiano la proprietà o minacciano la sicurezza umana e l'eutanasia di animali in numero eccessivo stanno destando una sempre maggiore attenzione pubblica. Tali temi sono considerati nelle presenti linee guida, insieme a considerazioni speciali riservate alla manipolazione degli animali liberi, le cui necessità sono molto diverse da quelle delle controparti domestiche.

Le presenti linee guida sono rivolte ai membri della professione veterinaria che effettuano o sovrintendono all'eutanasia animale. Benché possano essere interpretate e comprese da una larga parte della popolazione generale, l'applicazione di tali linee guida richiede la consultazione di un medico veterinario. La pratica della medicina veterinaria è complessa e coinvolge specie animali diverse. Quando possibile, per la scelta del metodo di eutanasia dovrebbe essere consultato un medico veterinario esperto della specie in questione, soprattutto in presenza di scarse informazioni scientifiche specie-specifiche. Benché l'interpretazione e l'uso di queste linee guida non possano essere restrittivi, l'impegno primario dell'AVMA è di fornire ai medici veterinari una guida finalizzata ad alleviare il dolore e la sofferenza degli animali che devono essere soppressi. Le raccomandazioni contenute in queste linee guida devono servire come guida per il medico veterinario, che in seguito dovrà usare il proprio giudizio professionale nell'applicarle alle varie situazioni che richiedono l'eutanasia animale.

INTRODUZIONE

La parola eutanasia deriva dai termini greci *eu*, che significa buono e *thanatos*, che significa morte². Un "buona morte" dovrebbe essere quella che avviene con il minore grado di sofferenza e stress possibile. Nel contesto di queste linee guida, l'eutanasia è considerata come l'atto di indurre una morte etica dell'animale. È nostra responsabilità di medici veterinari e di esseri umani garantire che, quando si deve interrompere la vita di un animale, ciò sia fatto con il maggior grado di rispetto e con l'impegno a indurre la morte il più possibile in assenza di dolore e stress. La procedura eutanasi dovrebbe determinare una rapida perdita di coscienza seguita dall'arresto cardiaco o respiratorio e infine dalla perdita delle funzioni cerebrali. Inoltre, la tecnica dovrebbe minimizzare lo stress e l'ansia percepiti dall'animale prima della perdita di coscienza. Il gruppo di esperti ha riconosciuto che l'assenza di dolore e stress non può sempre essere ottenuta. È obiettivo di queste linee guida trovare un equilibrio tra il principio ideale di minimo dolore e minimo stress e la realtà dei numerosi contesti in cui si effettua l'eutanasia. Per garantire che le procedure utilizzate siano adeguate dovrebbe essere consultato un medico veterinario con adeguata formazione ed esperienza nella gestione della specie da sopprimere.

I criteri per una morte in assenza di dolore possono essere stabiliti solo dopo che sono stati compresi i meccanismi del dolore. Il dolore è la sensazione (percezione) che segue l'arrivo dell'impulso nervoso alla corteccia cerebrale, attraverso le vie nervose ascendenti. In circostanze normali, queste vie sono relativamente specifiche, tuttavia il sistema nervoso è piuttosto plastico, così l'attivazione delle vie nocicettive non determina sempre dolore, mentre la stimolazione di altri neuroni (non nocicettivi) periferici e centrali può indurre dolore. Il termine nocicettivo è composto dalle parole *noci* che significa nuocere e *cettivo* che significa ricevere ed è utilizzato per descrivere l'input neuronale attivato da stimoli nocivi che minacciano di danneggiare, o effettivamente danneggiano, i tessuti. Tali stimoli nocivi attivano gli impulsi nervosi agendo sulle terminazioni dei nocicettori primari e di altri nervi sensoriali che rispondono ad altri stimoli nocivi e non nocivi attivati da fattori meccanici, termici o chimici. Sostanze chimiche endogene come gli ioni idrogeno e potassio, l'ATP, la serotonina, l'istamina, la bradichinina e le prostaglandine sono in grado di generare impulsi nervosi nelle fibre nocicettive. L'attività delle vie nocicettive può essere stimolata anche in recettori normalmente silenti che vengono stimolati da condizioni di dolore cronico.^{3,4} Gli impulsi nervosi generati dai nocicettori sono condotti, attraverso le fibre afferenti nocicettive primarie, al midollo spinale o al tronco encefalico, da dove sono trasmessi a due reti generali di neuroni. La prima rete è correlata ai riflessi nocicettivi (es., riflesso di retrazione e di flessione) mediati a livello spinale, mentre la seconda è costituita da vie ascendenti che si dirigono a formazione reticolare, ipotalamo, talamo e corteccia cerebrale (corteccia somatosensitiva e sistema limbico) per la processazione sensitiva. È importante comprendere che le vie nocicettive sono numerose, spesso ridondanti, capaci di una notevole plasticità in condizioni croniche (patologia o trauma). Inoltre, anche la trasmissione di un'attività nocicettiva in una determinata via nervosa è altamente variabile. In certe condizioni, possono essere soppressi sia i riflessi nocicettivi sia le

vie ascendenti, ad esempio in corso di anestesia epidurale. In un'altra serie di condizioni possono verificarsi attività nocicettive riflesse ma essere soppressa l'attività delle vie ascendenti, quindi gli stimoli nocicettivi non vengono percepiti come dolore. Non è appropriato utilizzare il termine dolore parlando di stimoli, recettori, riflessi o vie nervose, poiché il termine implica una percezione, mentre tutte le componenti sopra citate possono essere attive in assenza di una conseguente percezione algica.^{5,6}

La processazione del dolore può essere suddivisa in due ampie categorie: 1) discriminativo-sensitiva, che indica la sede di origine e lo stimolo che causa il dolore; 2) motivazionale-affettiva, che indica la percezione della gravità dello stimolo e determina la risposta dell'animale. La processazione discriminativo-sensitiva degli impulsi nocicettivi è verosimilmente dovuta a meccanismi subcorticali e corticali simili a quelli utilizzati per la processazione di altri input discriminativo-sensitivi, che forniscono all'individuo informazioni circa l'intensità, la durata, la sede e la qualità dello stimolo. La processazione motivazionale-affettiva coinvolge la formazione reticolare ascendente e determina la risposta comportamentale e corticale. Essa comprende anche l'input talamico verso l'encefalo anteriore e il sistema limbico per il riconoscimento di percezioni come disagio, paura, ansia e depressione. La rete neuronale motivazionale-sensitiva invia inoltre forti impulsi al sistema limbico, all'ipotalamo e al sistema nervoso autonomo per l'attivazione riflessa dei sistemi cardiovascolare, polmonare e pituitario-surrenale. Le risposte attivate da questi sistemi tornano all'encefalo anteriore e accrescono la percezione derivata dagli input motivazionali-affettivi. Sulla base dell'esperienza neurochirurgica in medicina umana, è possibile separare le componenti discriminativo-sensitive del dolore dalle componenti motivazionali-affettive.

Affinché sia possibile sperimentare dolore, la corteccia cerebrale e le strutture subcorticali devono essere funzionali. Se la corteccia cerebrale non è funzionale a causa di ipossia, depressione farmacologica, shock elettrico o concussione, il dolore non viene avvertito. Per questo, la scelta dell'agente o del metodo di eutanasia è meno critica quando interessa un animale anestetizzato o incosciente, a patto che quest'ultimo non ritorni cosciente prima della morte.

Al fine di valutare efficacemente le tecniche di eutanasia in grado di ridurre al minimo l'induzione di stress nell'animale, è fondamentale comprendere appieno i vari aspetti dello stress. Lo stress è stato definito come l'effetto di fattori fisici, fisiologici o emozionali (stressori) che inducono un'alterazione dell'omeostasi o dello stato adattativo dell'animale.⁸ La risposta dell'animale allo stress rappresenta il processo adattativo necessario per ripristinare lo stato mentale o fisiologico di base. Queste risposte possono coinvolgere modificazioni del sistema neuroendocrino e nervoso autonomo nonché dello stato mentale dell'animale che possono esitare in manifeste modificazioni comportamentali. La risposta di ciascun animale varia in base all'esperienza, età, specie, razza e allo stato fisiologico e psicologico presente.⁹

Lo stress e le risposte risultanti sono stati divisi in tre fasi.¹⁰ L'eustress è indotto quando stimoli dannosi danno luogo a risposte adattative vantaggiose per l'animale. Lo stress neutro è indotto quando la risposta naturale dell'animale agli stimoli non causa effetti né dannosi né vantaggiosi per l'animale. E' indotto stress invece quando la risposta dell'animale agli stimoli interferisce con il suo benessere e conforto.¹¹

Come per molte altre procedure che riguardano gli animali, alcuni metodi di eutanasia richiedono la manipolazione fisica del soggetto. Il grado di controllo e il tipo di contenimento richiesti sono determinati da specie, razza, dimensioni, stato di addomesticamento, grado di paura, presenza di lesioni o malattie dolorose e grado di eccitazione dell'animale, nonché dal metodo di eutanasia. Una manipolazione appropriata è fondamentale per minimizzare il dolore e lo stress dell'animale, garantire la sicurezza dell'operatore che effettua l'eutanasia e, spesso, proteggere altre persone o animali.

Un'approfondita discussione delle procedure di eutanasia va oltre lo scopo delle presenti linee guida, tuttavia, il personale che effettua l'eutanasia deve possedere le certificazioni e la preparazione adeguate e l'esperienza con le tecniche da utilizzare e con il contenimento etico delle specie animali da sopprimere, così da garantire la riduzione del dolore e dello stress durante la procedura di soppressione. La preparazione e l'esperienza dovrebbero includere la familiarità con il normale comportamento della specie animale interessata, la consapevolezza di come la manipolazione e il contenimento influenzino tale comportamento e la comprensione dei meccanismi attraverso i quali la tecnica scelta induce la perdita di coscienza e la morte. Prima dell'assegnazione della completa responsabilità dell'eutanasia, tutto il personale deve aver dimostrato capacità nell'utilizzo delle tecniche in un contesto di stretta supervisione. Le voci bibliografiche fornite alla fine di questo documento possono essere utili per la formazione del personale.¹²⁻²¹

La scelta del metodo di eutanasia più appropriato è dettata in ogni situazione dalla specie animale coinvolta, dai metodi di contenimento disponibili, dalle capacità del personale, dal numero di animali da sopprimere e da altre considerazioni. Le informazioni disponibili sono incentrate principalmente sugli animali domestici, tuttavia le stesse considerazioni generali dovrebbero essere applicate a tutte le specie. Queste linee guida includono quattro appendici che riassumono le informazioni riportate nel testo. L'Appendice 1 elenca i metodi di eutanasia accettabili e condizionatamente accettabili suddivisi per specie. Le Appendici 2 e 3 forniscono un riassunto delle caratteristiche dei metodi di eutanasia accettabili e condizionatamente accettabili. L'Appendice 4 riassume alcuni agenti e metodi di eutanasia non accettabili. I criteri utilizzati per i metodi accettabili, condizionatamente accettabili e non accettabili sono i seguenti: i metodi accettabili sono quelli che producono in maniera consistente una morte etica quando utilizzati come unico metodo di eutanasia; i metodi condizionatamente accettabili sono quelli che, per loro natura o a causa di una maggiore possibilità di errore dell'operatore o di rischio per la sicurezza, potrebbero non produrre in maniera consistente una morte etica, oppure sono metodi non ben documentati in letteratura scientifica; i metodi non accettabili sono quelli considerati non etici in qualsiasi circostanza oppure che, secondo il gruppo di esperti, espongono a un rischio sostanziale la persona che deve applicarli. Le linee guida includono inoltre la discussione di numerosi altri metodi, ovvero quelli che non possono essere utilizzati come unico metodo di eutanasia ma che possono essere usati in associazione ad altre metodiche per produrre una morte etica.

CONSIDERAZIONI GENERALI

Nel valutare i metodi di eutanasia, il gruppo di esperti ha utilizzato i seguenti criteri: 1) capacità di indurre la perdita di coscienza e la morte senza causare dolore, stress, ansia o apprensione; 2) tempo necessario per indurre la perdita di coscienza; 3) affidabilità; 4) sicurezza del personale; 5) irreversibilità; 6) compatibilità con i requisiti e i propositi; 7) effetto emotivo sugli osservatori e gli operatori; 8) compatibilità con la valutazione, l'esame e l'utilizzo successivi dei tessuti; 9) disponibilità dei farmaci e possibilità di abuso umano; 10) compatibilità con la specie, l'età e lo stato di salute; 11) capacità di mantenere operativa l'attrezzatura; 12) sicurezza per i predatori e i necrofagi nel caso di consumo della carcassa.

Il gruppo di esperti ha discusso la definizione di eutanasia utilizzata in queste linee guida nella sua applicazione a circostanze in cui il grado di controllo sull'animale rende difficile assicurare una morte in assenza di dolore e di stress. L'uccisione di animali a fini alimentari, da pelliccia o da fibra può rappresentare una situazione di questo tipo. Tuttavia, i medesimi standard di eutanasia dovrebbero essere applicati anche all'uccisione di animali a fini alimentari, da pelliccia o da fibra e delle specie selvatiche o libere. Gli animali utilizzati a fini alimentari dovrebbero essere uccisi in maniera etica, tenendo conto dei requisiti speciali del Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti.²² Una morte in assenza di dolore può essere ottenuta quando il corretto stordimento dell'animale è seguito subito dopo dal dissanguamento. La manipolazione dell'animale prima dell'uccisione dovrebbe essere stressante il meno possibile.

Non dovrebbero essere utilizzati pungoli o altri dispositivi elettrici per incoraggiare il movimento degli animali, per altro non necessari in presenza di scivoli e rampe progettati appositamente per consentire il movimento e il contenimento degli animali senza stress aggiuntivi.²³⁻²⁷ Gli animali non devono essere costretti in una posizione dolorosa prima dell'uccisione. Le considerazioni etiche che devono essere affrontate quando si sopprime un animale sano o indesiderato riflettono aspetti di ordine professionale e sociale.^{28,29} Si tratta di argomenti complessi che meritano una profonda considerazione da parte del professionista e di tutti coloro che si occupano di benessere animale. Se da un lato il gruppo di esperti ha riconosciuto la necessità che le persone responsabili dell'eutanasia di un animale conoscano questi argomenti, dall'altra non ritiene che il proprio rapporto costituisca lo strumento appropriato per una discussione approfondita della materia.

E' intento dell'AVMA che l'eutanasia sia effettuata in accordo con le leggi federali, statali e locali che regolano l'acquisizione e la conservazione dei farmaci, la sicurezza occupazionale, i metodi eutanasici e lo smaltimento degli animali. Lo spazio a disposizione tuttavia non permette una trattazione degli attuali regolamenti federali, statali e locali in materia.

Il gruppo di esperti è inoltre consapevole del fatto posano verificarsi circostanze non chiaramente coperte dal proprio rapporto. In questi casi il veterinario, esperto della specie da sopprimere, deve utilizzare il proprio giudizio professionale e la conoscenza delle tecniche clinicamente accettabili per scegliere una metodica di eutanasia appropriata. Il giudizio professionale, in tali situazioni, deve tenere in considerazione le dimensioni e le caratteristiche fisiologiche e comportamentali specie-specifiche dell'animale. In qualsiasi circostanza, il metodo di eutanasia dovrebbe essere scelto e utilizzato in accordo ai più elevati standard etici e di coscienza sociale. E' imperativo verificare la morte dell'animale dopo l'eutanasia e

prima del suo smaltimento. Un animale in narcosi profonda a seguito della somministrazione di un agente iniettabile o inalatorio può apparire morto ma svegliarsi in seguito. La conferma della morte deve essere effettuata esaminando la cessazione dei segni vitali, tenendo in considerazione la specie animale e il metodo di eutanasia nel determinare i criteri di conferma del decesso.

CONSIDERAZIONI RELATIVE AL COMPORTAMENTO ANIMALE

Nel determinare il metodo di eutanasia, deve essere considerata la necessità di minimizzare lo stress dell'animale, incluse la paura, l'ansia e l'apprensione. Un contenimento rispettoso (preferibilmente in un ambiente familiare e sicuro), una manipolazione attenta e il parlare all'animale durante l'eutanasia spesso ottengono un effetto calmante sui soggetti abituati ad essere manipolati. La sedazione e/o l'anestesia spesso aiutano a ottenere le migliori condizioni per l'eutanasia. È utile ricordare che qualsiasi sedativo o anestetico somministrato in questa fase e in grado di alterare la circolazione, può ritardare l'esordio d'azione dell'agente eutanasi. Si deve anche considerare la preparazione degli osservatori all'evento.

Un ulteriore problema è costituito dagli animali selvatici, vaganti, feriti o già sottoposti a stress a causa di una malattia. Le metodiche di manipolazione che precedono l'eutanasia di un animale domestico possono non essere efficaci per questi soggetti. Poiché la manipolazione induce stress in un animale non abituato al contatto umano (es., specie selvatiche, da zoo e vaganti), nel valutare i vari metodi si deve considerare il grado di contenimento necessario per effettuare l'eutanasia. Nella manipolazione di questi animali si può favorire la calma riducendo al minimo le stimolazioni visive, uditive e tattili. Quando la cattura o il contenimento possono causare dolore, lesioni o ansia nell'animale oppure pericolo per l'operatore, può rendersi necessario l'utilizzo di tranquillizzanti, analgesici e/o anestetici. Dovrebbe essere scelta la via di somministrazione che induce il minor stress all'animale da sopprimere. In queste circostanze possono essere utili le numerose tecniche descritte per la somministrazione orale dei sedativi ai cani e gatti.

Per alcune specie, sono state descritte le espressioni facciali e le posture corporali che indicano i diversi stati emotivi dell'animale.³²⁻³⁷ Le risposte comportamentali e fisiologiche agli stimoli nocivi includono vocalizzazioni, resistenza, tentativi di fuga, aggressività difensiva o ridirezionata, salivazione, minzione, evacuazione dei sacchi anali, dilatazione pupillare, tachicardia, sudorazione e contrazione riflessa dei muscoli scheletrici che causa tremori o altri spasmi muscolari. Alcune di queste risposte possono manifestarsi nell'animale sia conscio sia inconscio. In alcune specie la paura può causare l'immobilità o "finta morte", soprattutto nei conigli e nei polli. La risposta di immobilità non deve essere interpretata come una perdita di coscienza, perché l'animale è in realtà conscio. Le vocalizzazioni, il comportamento timoroso, il rilascio di alcuni odori o feromoni da parte di un animale impaurito possono causare ansia e apprensione negli altri animali. Per questo è preferibile, soprattutto per le specie più sensibili, che non siano presenti altri animali durante l'eutanasia di un singolo soggetto.

CONSIDERAZIONI RELATIVE AL COMPORTAMENTO UMANO

Quando si deve effettuare l'eutanasia di un animale, sia essa individuale o di gruppo, aspetti morali ed etici impongono l'osservazione di pratiche umanitarie. Occorre considerare la risposta psicologica all'eutanasia di un animale da parte dell'uomo, la cui più comune reazione è il dispiacere per la perdita di una vita.³⁸ L'effetto dell'eutanasia animale sulle persone è stato considerato dal gruppo di esperti in particolare in sei circostanze. La prima di queste è il contesto clinico veterinario, in cui il proprietario deve decidere se e quando procedere all'eutanasia. Benché la maggior parte dei proprietari si affidi notevolmente al giudizio del proprio veterinario, altri possono essere indecisi sulla cosa migliore da fare. Questo accade particolarmente quando il proprietario si sente responsabile del mancato trattamento di un problema medico o comportamentale del proprio animale, scelta che rende necessaria l'eutanasia. Quando il proprietario sceglie di essere presente all'eutanasia, deve essere preparato a ciò che succederà. Occorre spiegare quali farmaci saranno utilizzati e quale potrebbe essere la risposta dell'animale. Comportamenti come le vocalizzazioni, le contrazioni muscolari, la mancata chiusura delle palpebre, la minzione o la defecazione possono essere sgraditi. In alcune realtà sono oggi presenti dei servizi di consultorio per proprietari che affrontano la morte del loro animale³⁹ In alcune facoltà di medicina veterinaria è disponibile un apposito consultorio telefonico.^{40,41} Ma i proprietari non sono le uniche persone ad essere emotivamente colpite dall'eutanasia di un animale. Anche il medico veterinario e il suo staff possono affezionarsi ai pazienti che hanno conosciuto e curato per anni e quindi essere turbati dalle implicazioni etiche del porre fine alla loro vita.

La seconda circostanza riguarda i luoghi di cura e controllo degli animali indesiderati, senza proprietario, ammalati o feriti e che devono essere soppressi in grande numero. Le eutanasi ripetute possono indurre stress nel personale direttamente incaricato del compito. I disturbi emotivi, il disagio e lo stress sperimentati dalle persone coinvolte nelle procedure di eutanasia animale possono essere attenuati. La persona che effettua l'eutanasia deve essere tecnicamente efficiente, utilizzare metodiche di contenimento etiche, comprendere le ragioni dell'eutanasia ed avere familiarità con i metodi eutanasi impiegati (ovvero, sapere che cosa succederà all'animale). Una persona non a conoscenza di quanto aspettarsi, può erroneamente interpretare qualsiasi movimento dell'animale come un segno di coscienza e la mancanza di movimenti come una perdita di coscienza. I metodi che precludono il movimento dell'animale sono visivamente più accettabili per la maggior parte dello staff tecnico coinvolto, anche se la mancanza di movimento non è un criterio adeguato per valutare le tecniche di eutanasia. La costante esposizione o partecipazione alle procedure di eutanasia può causare uno stato psicologico caratterizzato da un forte senso di insoddisfazione professionale o alienazione e che può esprimersi con assenteismo, belligeranza o manipolazione insensibile degli animali.⁴² Questa è una delle principali ragioni della necessità di turnover del personale direttamente coinvolto in ripetute procedure di eutanasia animale. Le figure dirigenti dovrebbero essere consapevoli dei possibili problemi del personale causati dall'eutanasia animale e valutare l'eventuale necessità di istituire un programma per prevenire, ridurre o eliminare tali problemi. Strategie specifiche possono rendere il compito più tollerabile. Alcuni esempi: adeguato programma di addestramento affinché l'eutanasia sia effettuata con competenza, supporto di un collega sul luogo di lavoro, supporto professionale, valorizzazione dei casi positivi di adozione o ritorno al proprietario, dedizione di parte del tempo di lavoro ad attività educative e concessione di tempo libero al lavoratore stressato. La terza circostanza è rappresentata dai laboratori. Ricercatori, tecnici e studenti possono affezionarsi agli animali che devono essere soppressi.⁴³ Le stesse considerazioni viste per i proprietari o gli addetti ai rifugi devono valere anche per il personale di laboratorio. La quarta circostanza è costituita dal controllo della fauna selvatica. I biologi, i professionisti sanitari e i manager della fauna selvatica sono spesso responsabili dell'eutanasia di animali feriti, ammalati, in numero eccessivo o che minacciano una proprietà o la sicurezza umana. Il trasferimento di alcuni animali può essere utile, tuttavia si tratta di soluzioni temporanee di problemi più grossi. Le persone che hanno a che fare con questi animali, soprattutto se sottoposte a una pressione pubblica che invita a salvare, piuttosto che distruggere, l'animale, possono provare notevoli gradi di ansia e stress. La quinta circostanza è costituita dalle strutture adibite alla macellazione del bestiame e del pollame. L'elevato numero di animali macellati giornalmente può pesare molto, fisicamente ed emotivamente, sul personale. Il personale agricolo statale può inoltre essere coinvolto in soppressioni di massa di pollame e bestiame in caso di epidemie di malattia, bioterrorismo e disastri naturali.

L'ultima circostanza è costituita dal contesto pubblico. Poiché l'eutanasia di specie da zoo, animali coinvolti in incidenti automobilistici, animali marini arenati, specie selvatiche moleste o ferite e altri può attirare l'attenzione pubblica, occorre considerare la risposta e gli atteggiamenti umani. Costituiscono una difficoltà anche i disastri naturali e i programmi per il controllo delle malattie animali esotiche. Queste considerazioni non dovrebbero tuttavia prevalere sulla responsabilità primaria, che conciate nell'utilizzare il metodo di soppressione più rapido e indolore possibile in qualsiasi circostanza.

MECCANISMO D'AZIONE DEGLI AGENTI EUTANASICI

Gli agenti utilizzati per l'eutanasia causano la morte attraverso tre meccanismi di base: 1) ipossia, diretta o indiretta; 2) depressione diretta dei neuroni necessari per le funzioni vitali; 3) distruzione fisica dell'attività cerebrale e distruzione dei neuroni necessari per la vita.

Gli agenti che causano la morte per ipossia diretta o indiretta possono agire in varie sedi e causare la perdita di coscienza con tempi diversi. Affinché la morte avvenga in assenza di dolore e stress, la perdita di coscienza dovrebbe precedere la perdita dell'attività motoria (movimenti muscolari). La perdita di attività motoria non dovrebbe tuttavia essere considerata al pari della perdita di coscienza e dell'assenza di stress. Per questo, gli agenti che inducono paralisi muscolare senza perdita di coscienza non sono accettabili come presidi unici per l'eutanasia (es., miorilassanti polarizzanti e non depolarizzanti, stricnina, nicotina e sali di magnesio). Con altri agenti che inducono ipossia può manifestarsi attività motoria in seguito alla perdita di coscienza, ma si tratta di una attività riflessa non percepita dall'animale.

Un secondo gruppo di agenti eutanasi deprime i neuroni cerebrali, inducendo perdita di coscienza seguita da morte. Alcuni di questi contrastano l'inibizione dell'attività motoria durante la prima fase dell'anestesia, determinando la cosiddetta fase di eccitazione o delirio, durante la quale l'animale può vocalizzare e presentare contrazioni muscolari. Queste risposte non sembrano avere alcuno scopo. La morte segue la perdita di coscienza ed è attribuibile ad arresto cardiaco e/o ipossiemia successiva alla depressione diretta dei centri respiratori.

La distruzione fisica dell'attività cerebrale, causata da concussione, distruzione cerebrale diretta o depolarizzazione elettrica dei neuroni induce una rapida perdita di coscienza. La morte avviene per la distruzione dei centri del mesencefalo che controllano l'attività cardiaca e respiratoria oppure in conseguenza dei metodi aggiuntivi (es., dissanguamento) utilizzati per uccidere l'animale. La perdita di coscienza può essere seguita da un'attività muscolare esagerata che, benché possa disturbare alcuni osservatori, non causa dolore o stress all'animale.

AGENTI INALATORI

Qualsiasi gas inalato deve raggiungere una determinata concentrazione alveolare prima di essere efficace; per questo, l'eutanasia effettuata con questo tipo di agente richiede tempo. L'accettabilità di un particolare agente dipende dal fatto che l'animale sperimenti o meno stress tra il momento in cui inizia l'inalazione e il momento della perdita di coscienza. Alcuni agenti possono indurre convulsioni, ma queste seguono in genere la perdita di coscienza. Gli agenti che inducono convulsioni prima della perdita di coscienza non sono accettabili per l'eutanasia.

Alcune considerazioni sono comuni a tutti gli agenti inalatori. 1) Nella maggior parte dei casi, la comparsa della perdita di coscienza è più rapida, e l'eutanasia più etica, se l'animale viene rapidamente esposto a un'elevata concentrazione dell'agente. 2) L'attrezzatura utilizzata per somministrare e mantenere tali elevate concentrazioni deve essere in buono stato funzionale e in accordo con le regole statali. Un'attrezzatura difettosa o con perdite può indurre una morte lenta e dolorosa oltre ad essere pericolosa per altri animali e per il personale. 3) La maggior parte di questi agenti è pericolosa per il personale a causa del rischio di esplosione (etere), narcosi (alotano), ipossiemia (azoto e monossido di carbonio), dipendenza (ossido di azoto) o conseguenze sanitarie dovute all'esposizione cronica (ossido di azoto e monossido di carbonio). 4) Negli animali con ventilazione ridotta, la concentrazione alveolare aumenta lentamente, accrescendo la probabilità di agitazione durante l'induzione. In questi animali si dovrebbero considerare altri metodi non inalatori di eutanasia. 5) I neonati sembrano essere resistenti all'ipossia e poiché tutti gli agenti inalatori causano ipossia, la morte di un neonato può richiedere più tempo rispetto all'adulto. Glasse et al⁴⁴ hanno riportato che cani, conigli e criceti neonati sopravvivevano a un'atmosfera di azoto più a lungo rispetto agli adulti. I cani di una settimana di età sopravvivevano per 14 minuti, rispetto ai 3 minuti qualche settimana più tardi. I criceti sopravvivevano per 4,5 minuti all'età di un giorno, rispetto ai 3 minuti all'età di 8 giorni o più. I conigli sopravvivevano per 13 minuti all'età di sei giorni, 4 minuti all'età di 14 giorni e 1,5 minuti all'età di 19 o più giorni. Il gruppo di esperti ha raccomandato che gli agenti inalatori non siano utilizzati da soli in animali di età inferiore a 16 settimane eccetto che per indurre la perdita di coscienza e che siano seguiti da altri metodi eutanasici. 6) Flussi rapidi di gas possono produrre un rumore che spaventa l'animale. Se sono necessari flussi elevati, si dovrebbe disporre di attrezzatura adatta a minimizzare il rumore. 7) Gli animali riuniti in uno stesso locale dovrebbero appartenere alla stessa specie e, se necessario, dovrebbero essere contenuti per non danneggiarsi l'un l'altro. I locali non devono essere sovraffollati e devono essere mantenuti puliti per ridurre al minimo gli odori che possono disturbare gli animali. 8) I rettili, gli anfibi, gli uccelli e i mammiferi tuffatori hanno grandi possibilità di sospendere la respirazione e utilizzare il metabolismo anaerobio. Per questo, l'induzione dell'anestesia e il tempo necessario per la perdita di coscienza utilizzando gli agenti inalatori possono essere notevolmente prolungati in queste specie.

ANESTETICI INALATORI

Gli anestetici inalatori (es., etere, alotano, metossifluorano, isofluorano, sevofluorano, desfluorano ed enfluorano) sono stati utilizzati per l'eutanasia di molte specie animali.⁴⁵ L'alotano induce rapidamente l'anestesia ed è l'anestetico inalatorio più

efficace per l'eutanasia. L'enflurano è meno solubile nel sangue rispetto all'alotano ma, a causa della minor pressione di vapore e della minore potenza, può avere tempi di induzione simili a quelli dell'alotano. Quando il piano anestetico è profondo, l'animale può sviluppare convulsioni. Si tratta di un agente eutanasi efficace, ma l'attività convulsiva associata può disturbare il personale. L'isoflurano è meno solubile dell'alotano e dovrebbe indurre più rapidamente l'anestesia. Tuttavia, possiede un odore leggermente pungente e l'animale può trattenere il respiro ritardando la perdita di coscienza. Anche l'isoflurano, rispetto all'alotano, può richiedere maggiori quantità di farmaco per l'eutanasia e, nonostante sia un agente eutanasi accettabile, si dovrebbe preferire l'alotano. Il sevoflurano è meno solubile dell'alotano e non possiede odori avvertibili. È meno potente dell'isoflurano e dell'alotano ed ha una minore pressione di vapore. Le concentrazioni anestetiche possono essere raggiunte e mantenute rapidamente. Il desflurano è attualmente l'anestetico inalatorio meno solubile, tuttavia il vapore è piuttosto pungente e ciò può rallentare l'induzione. Questo agente è così volatile che può sostituire l'ossigeno e indurre ipossiemia durante l'induzione, se non si fornisce ossigeno supplementare. Il metossiflurano è altamente solubile e la lenta induzione anestetica di questo farmaco può essere accompagnata da agitazione. È un agente eutanasi condizionatamente accettabile per l'eutanasia dei roditori.⁴⁶ L'etere è altamente solubile nel sangue e induce lentamente l'anestesia. È irritante per gli occhi e il naso, pone seri rischi di infiammabilità ed esplosività ed è stato utilizzato per creare un modello di stress.⁴⁷⁻⁵⁰

Quando si utilizza un anestetico inalatorio, si può introdurre l'animale in un contenitore chiuso contenente cotone o garze imbevute con la quantità appropriata di anestetico⁵¹ oppure quest'ultimo può essere introdotto attraverso un vaporizzatore. Il secondo metodo può essere associato a un tempo di induzione superiore. I vapori vengono inalati finché cessa la respirazione e avviene la morte. Poiché lo stato liquido della maggior parte degli anestetici inalatori è irritante, gli animali dovrebbero essere esposti esclusivamente ai vapori. Inoltre, durante la fase di induzione si dovrebbe fornire aria o ossigeno sufficiente per prevenire l'ipossiemia.⁵¹ Nel caso dei roditori posti in grossi contenitori, l'ossigeno presente nella camera è sufficiente a prevenire l'ipossiemia. Specie di dimensioni maggiori poste in contenitori piccoli possono necessitare di aria o ossigeno supplementari.⁵¹

L'ossido di azoto (N₂O) può essere utilizzato insieme ad altri agenti inalatori per accelerare l'induzione dell'anestesia, ma da solo non induce l'anestesia negli animali, anche a concentrazioni del 100%. Quando utilizzato da solo, l'ossido di azoto produce ipossiemia prima dell'arresto respiratorio o cardiaco. Di conseguenza, l'animale può sperimentare stress prima della perdita di coscienza.

L'esposizione occupazionale agli anestetici inalatori costituisce un rischio per la salute umana. Aborti spontanei e malformazioni congenite sono stati associati all'esposizione delle donne a quantità traccia di anestetici inalatori durante i primi periodi di gravidanza.⁵² Considerando l'esposizione umana agli anestetici inalatori, le concentrazioni di alotano, enflurano e isoflurano dovrebbero essere inferiori a 2 ppm e quelle di ossido di azoto a 25 ppm.⁵² Non vi sono studi controllati che dimostrino che tali concentrazioni di anestetici sono sicure, tuttavia sono state stabilite perché considerate affidabili in condizioni ospedaliere. Occorre utilizzare misure protettive efficaci del personale verso i vapori anestetici.

Vantaggi - 1) Gli anestetici inalatori sono particolarmente validi per l'eutanasia degli animali più piccoli (< 7 kg) oppure per quelli in cui la puntura venosa è indaginata. 2) Alotano, enflurano, isoflurano, sevoflurano, desflurano, metossiflurano e ossido di azoto non sono infiammabili né esplosivi in condizioni ambientali ordinarie.

Svantaggi - 1) L'animale può opporre resistenza e mostrare ansia durante l'induzione dell'anestesia perché i vapori anestetici possono essere irritanti e indurre eccitazione. 2) L'etere è infiammabile ed esplosivo. Esplosioni si sono verificate quando gli animali, soppressi con etere, venivano posti in un refrigeratore o congelatore ordinario (non a prova di esplosione) oppure in un inceneritore. 3) In alcune specie, l'induzione con metossiflurano è inaccettabilmente lenta. 4) L'ossido di azoto contribuisce alla combustione. 5) Il personale e gli animali possono essere danneggiati dall'esposizione a questi agenti. 6) Esiste il rischio di abuso umano di alcuni di questi farmaci, soprattutto l'ossido di azoto.

Raccomandazioni - Gli agenti accettabili per l'eutanasia di piccoli animali (< 7 kg) sono, in ordine di preferenza, alotano, enflurano, isoflurano, sevoflurano, metossiflurano e desflurano, con o senza ossido di azoto. L'etere dovrebbe essere utilizzato esclusivamente in situazioni attentamente controllate in accordo con le regole statali in materia di sanità e sicurezza occupazionale. È un agente condizionatamente accettabile. L'ossido di azoto non dovrebbe essere utilizzato da solo, in attesa di ulteriori studi scientifici circa la sua adeguatezza per l'eutanasia animale. Benché accettabili, questi agenti non sono generalmente utilizzati nei grossi animali a causa dei loro costi e dalle difficoltà di somministrazione.

DIOSSIDO DI CARBONIO

Lo 0,04% dell'aria ambiente è formato da diossido di carbonio (CO₂), più pesante dell'aria e quasi inodore. L'inalazione di CO₂ a una concentrazione pari al 7,5% aumenta la soglia del dolore, e concentrazioni maggiori hanno un rapido effetto anestetico.⁵³⁻⁵⁸ Leake and Waters⁵⁶ hanno descritto l'utilizzo sperimentale di CO₂ come agente anestetico nel cane. A concentrazioni di CO₂ del 30-40% in ossigeno, l'induzione dell'anestesia avveniva in 1-2 minuti, in genere in assenza di resistenza, conati o vomito. Nel gatto, l'inalazione di CO₂ al 60% determinava la perdita di coscienza entro 45 secondi e l'arresto respiratorio entro 5 minuti.⁵⁹ I segni del raggiungimento di un'anestesia efficace con CO₂ sono quelli associati all'anestesia chirurgica profonda, quali la perdita del riflesso di retrazione e del riflesso palpebrale.⁶⁰ Il tempo necessario per la perdita di coscienza si riduce utilizzando concentrazioni maggiori di CO₂; nel ratto, concentrazioni di CO₂ pari all'80-100% determinano l'anestesia in 12-33 secondi e concentrazioni pari al 70% in ossigeno determinano l'anestesia in 40-50 secondi.^{61,62} Il tempo necessario per la perdita di coscienza è maggiore se la concentrazione viene aumentata lentamente, piuttosto che se l'animale viene immediatamente esposto alla concentrazione piena.

Numerosi ricercatori hanno suggerito che l'inalazione di elevate concentrazioni di CO₂ può essere stressante per l'animale,⁶³⁻⁶⁶ perché il gas si dissolve nella mucosa nasale umida. Il prodotto risultante, l'acido carbonico, può stimolare i nocicettori della mucosa nasale. Alcune persone esposte a concentrazioni del 50% circa di CO₂

hanno riportato che l'inalazione del gas è fastidiosa e che concentratori maggiore sono dolorose.^{67,68} Uno studio nel suino ha esaminato la natura avversa dell'esposizione alla CO₂⁶⁹, riportando che la CO₂ al 90% era avversa agli animali mentre non lo era al 30%. Nel ratto, l'esposizione a concentrazioni crescenti di CO₂ (33% raggiunto in un minuto) nella gabbia abituale non produceva stress evidente, valutato attraverso il comportamento e la concentrazione sierica di ACTH, glucosio e corticosterone.

Il diossido di carbonio è stato utilizzato per la soppressione di gruppi di piccoli animali da laboratorio, quali topi, ratti, criceti, polli e conigli^{5,71-76} e per determinare l'incoscienza nei suini prima della macellazione.^{22,63,64} Per l'eutanasia del cane è stata utilizzata sperimentalmente l'associazione di CO₂ al 40% e monossido di carbonio (CO) al 3% circa.⁶⁵ Il diossido di carbonio è stato utilizzato in camere appositamente studiate per l'eutanasia di singoli gatti^{77,78} e di piccoli animali da laboratorio.^{51,72,79} Studi su polli di un giorno d'età hanno rivelato che la CO₂ è un agente eutanasi efficace. L'inalazione di CO₂ causava scarso stress nei volatili, sopprimeva l'attività nervosa e induceva la morte entro 5 minuti.⁷³ Poiché la respirazione inizia durante lo sviluppo embrionale, l'ambiente del pulcino prima della schiusa può normalmente essere caratterizzato da concentrazioni di CO₂ fino al 14%. Quindi, la concentrazione di CO₂ per l'eutanasia dei pulcini appena schiusi e dei neonati di altre specie dovrebbe essere particolarmente elevata. Sembra essere ottimale una concentrazione pari al 60-70% con un'esposizione di 5 minuti.⁷³

In studi sul visone, concentrazioni elevate di CO₂ determinavano rapidamente la morte, ma una concentrazione del 70% induceva la perdita di coscienza senza indurre la morte.⁸⁰ Anche alcune specie scavatrici, come i conigli della specie *Oryctolagus*, mostrano prolungati tempi di sopravvivenza quando esposti alla CO₂.⁸¹ Alcuni animali scavatori e tuffatori possiedono meccanismi fisiologici che gli permettono di affrontare l'ipercapnia. Quindi, è necessario avere una concentrazione sufficiente di CO₂ per sopprimere l'animale mediante ipossiemia a seguito dell'induzione dell'anestesia con CO₂.

Vantaggi – 1) I rapidi effetti depressanti, analgesici e anestetici della CO₂ sono ben definiti. Il diossido di carbonio è facilmente disponibile e può essere acquistato in bombole di gas compresso. 3) Il diossido di carbonio è economico, non infiammabile, non esplosivo e comporta rischi minimi per il personale quando usato con l'attrezzatura apposita. 4) Il diossido di carbonio non determina accumulo di residui tissutali negli animali destinati all'alimentazione. 5) L'eutanasia con diossido di carbonio non distorce i marcatori colinergici murini⁸² o la concentrazione di corticosterone.⁸³

Svantaggi – 1) Poiché la CO₂ è più pesante dell'aria, l'incompleto riempimento della camera può permettere all'animale di sollevare la testa al di sopra del livello a concentrazione più elevata, evitando l'esposizione. Alcune specie, come i pesci e i mammiferi scavatori e tuffatori, possono esibire una straordinaria tolleranza alla CO₂. 3) Rettili e anfibi possono respirare troppo lentamente per consentire l'uso della CO₂. 4) L'eutanasia mediante esposizione alla CO₂ può richiedere tempi più lunghi rispetto ad altri metodi.⁶¹ 5) L'induzione della perdita di coscienza a concentrazioni

minori (< 80%) può produrre lesioni polmonari e delle vie respiratorie superiori. ^{67,84}

6) Concentrazioni elevate di CO₂ possono essere stressanti per alcuni animali.

Raccomandazioni - Il diossido di carbonio è un metodo di eutanasia accettabile nelle specie appropriate (**Appendice 1 e 2**). L'unica fonte di diossido di carbonio raccomandabile è costituita dal gas compresso in bombole, poiché in questo modo l'immissione del gas nella camera può essere regolata in maniera precisa. L'uso di diossido di carbonio generato attraverso altri metodi, come ghiaccio secco, estintori o sostanze chimiche (esempio antiacidi) non è accettabile. Le specie animali dovrebbero essere separate e le camere non dovrebbero essere affollate. Con un singolo animale nella camera, il flusso ottimale dovrebbe sostituire almeno il 20% del volume della camera per minuto. ⁸⁵ La perdita di coscienza può essere indotta più rapidamente esponendo gli animali a concentrazioni di CO₂ pari al 70% o più pre-saturando la camera, per le specie in cui ciò ha dimostrato di non causare stress. Il flusso di gas dovrebbe essere mantenuto per almeno un minuto dopo la morte clinica apparente. ⁸⁶ E' importante verificare la morte dell'animale prima di rimuoverlo dalla camera. Se l'animale non è morto, la narcosi indotta dalla CO₂ deve essere seguita dall'eutanasia con un altro metodo eutanasi. L'aggiunta di ossigeno alla CO₂ può o meno evitare i segni di stress ^{67,87} L'aggiunta di ossigeno prolunga comunque il tempo che precede la morte e può complicare la determinazione dello stato di coscienza. Non sembrano esserci vantaggi nell'associare ossigeno e CO₂ per l'eutanasia. ⁸⁷

AZOTO, ARGON

L'azoto (N₂) e l'argon (Ar) sono gas incolori e inodori inerti, non infiammabili e non esplosivi. L'azoto costituisce il 78% dell'aria atmosferica mentre l'argon costituisce meno dell'1%.

L'eutanasia si effettua ponendo l'animale in un contenitore chiuso pre-riempito con azoto o argon oppure in cui i gas vengono rapidamente introdotti. L'azoto/argon sostituisce l'ossigeno inducendo la morte per ipossiemia. Negli studi di Herin et al,⁸⁸ nel cane l'incoscienza era ottenuta in 76 secondi, quando si raggiungeva una concentrazione di azoto del 98,5% in 45-60 secondi. L'elettroencefalogramma diveniva isoelettrico (piatto) in un tempo medio di 80 secondi e la pressione arteriosa non era più percepibile in 204 secondi. Benché tutti i cani iperventilassero prima della perdita di coscienza, i ricercatori concludevano che questo metodo induceva la morte in assenza di dolore. In seguito alla perdita di coscienza, alcuni cani manifestavano vocalizzazioni, affanno, convulsioni e tremori muscolari. Alla fine di un periodo di esposizione di 5 minuti, tutti i cani erano morti.⁸⁸ Tali risultati erano simili a quelli ottenuti nei conigli⁸⁹ e nel visone.^{80,90}

Con un flusso di azoto pari al 39% del volume della camera per minuto, i ratti collassavano in circa 3 minuti e smettevano di respirare in 5-6 minuti. Indipendentemente dal flusso, segni di panico e stress erano evidenti prima del collasso e della morte dei ratti.⁸⁵ L'insensibilità al dolore in tali circostanze è opinabile.⁹¹

Quine et al.⁹² hanno studiato la tranquillizzazione con acepromazina e l'eutanasia con azoto nel cane. Mediante monitoraggio elettrocardiografico (ECG) ed elettroencefalografico (EEG), gli autori trovarono che questi cani avevano tempi di sopravvivenza molto più lunghi rispetto ai cani a cui non veniva somministrata acepromazina prima della somministrazione di azoto. In un cane, l'attività ECG proseguiva per 51 minuti. Gli autori inoltre studiavano l'associazione tra stress ed esposizione all'azoto allontanando i gatti e i cani dalla camera in seguito alla perdita di coscienza e consentendogli di risvegliarsi. Quando questi animali venivano messi nuovamente nella camera, non sembravano impauriti o ansiosi.

Lo studio degli effetti avversi dell'argon nei suini e nel pollame ha rivelato che questi animali tollerano la respirazione del 90% di argon con il 2% di ossigeno.^{69,71} I maiali entravano volontariamente in una camera contenente questa miscela in cambio di una ricompensa alimentare e abbandonavano il locale solo quando erano divenuti atassici, per rientrarvi immediatamente e continuare a mangiare. Anche i polli entravano in una stanza contenente questa miscela per ottenere una ricompensa alimentare e continuavano nutrirsi fino al collasso.⁷¹ Quando si utilizzava l'argon per l'eutanasia dei polli, l'esposizione a una camera pre-riempita di argon con una concentrazione di ossigeno minore al 2%, portava a modificazioni EEG e collasso in 9-12 secondi. Gli uccelli rimossi dalla camera dopo 15-17 secondi non rispondevano al pinzamento della cresta. L'esposizione continua induceva le convulsioni in 20-24 secondi. I potenziali somato-sensoriali evocati erano persi a 24-34 secondi. L'EEG diveniva isoelettrico a 57-66 secondi. Le convulsioni comparivano dopo la perdita di coscienza (collasso e mancanza della risposta al pinzamento della cresta), indicando che il presente può costituire un metodo etico per l'eutanasia dei polli.⁹³ Nonostante siano

disponibili diverse informazioni, vi sono ancora molti aspetti circa l'uso di azoto/argon che necessitano di essere studiati.

Vantaggi- 1) Azoto e argon sono prontamente disponibili in forma di gas compressi. 2) Irischi per il personale sono minimi.

Svantaggi- 1) La perdita di coscienza è preceduta da ipossiemia e stimolazione ventilatoria, che può essere stressante per l'animale. 2) Il ripristino di una bassa concentrazione di ossigeno (es., 6% o superiore) nella camera prima della morte consente un risveglio immediato.⁶⁹

Raccomandazioni - Azoto e argon possono causare stress in alcune specie (es., ratti).⁸⁵ Quindi questa tecnica è condizionatamente accettabile solo se si raggiungono rapidamente concentrazioni di ossigeno inferiori al 2% e gli animali sono profondamente sedati o anestetizzati. Occorre considerare che con la sedazione profonda o l'anestesia la morte può essere ritardata. Benché azoto e argon siano efficaci, sono preferibili altri metodi eutanasi.

MONOSSIDO DI CARBONIO

Il monossido di carbonio (CO) è un gas incolore e inodore, non infiammabile e non esplosivo in concentrazioni inferiori al 10%. Si lega all'emoglobina per formare carbossiemoglobina e blocca l'uptake dell'ossigeno da parte degli eritrociti, inducendo un'ipossiemia fatale. In passato, l'eutanasia di massa veniva ottenuta generando monossido di carbonio attraverso tre metodi: 1) interazione chimica di formato di sodio e acido solforico, 2) fumi esausti da motori a combustione interna di gasolio e 3) monossido di carbonio compresso in bombole. Le prime due tecniche sono associate a problemi quali la produzione di altri gas, il raggiungimento di concentrazioni inadeguate di monossido di carbonio, l'inadeguato raffreddamento del gas e il mantenimento dell'attrezzatura. Quindi, l'unica fonte accettabile è costituita dal monossido di carbonio compresso in bombole.

In uno studio di Ramsey and Eilmann⁹⁴, nei criceti il monossido di carbonio all'8% causava il collasso in un tempo compreso tra 40 secondi e 2 minuti e la morte in 6 minuti. Il monossido di carbonio è stato utilizzato per l'eutanasia del visone^{80,90} e del cincillà. Questi animali collassavano in un minuto, il respiro cessava in 2 minuti e le pulsazioni cardiache in 5-7 minuti.

In uno studio per valutare le caratteristiche fisiologiche e comportamentali dei cani esposti al 6% di monossido di carbonio in aria, Chalifoux and Dallaire⁹⁵ non poterono determinare il tempo preciso in cui avveniva la perdita di coscienza. Le registrazioni EEG mostravano una funzione corticale anomala 20-25 secondi prima della perdita di coscienza. Durante questo periodo il cane era agitato e vocalizzava. Non è noto se in questa fase gli animali sperimentino stress, mentre nell'uomo non è segnalata la presenza di stress.⁹⁶ Studi successivi hanno rivelato che l'acepromazina diminuisce significativamente le risposte comportamentali e fisiologiche dei cani soppressi con monossido di carbonio.⁹⁷

In uno studio comparato, si utilizzava monossido di carbonio da gasolio esausto e CO₂ al 70% più ossigeno al 30% per l'eutanasia dei gatti. L'eutanasia veniva divisa in tre fasi. La fase I corrispondeva al tempo tra il contatto iniziale e l'insorgenza di segni clinici (es, sbadigli, barcollamento o tremori). La fase II si estendeva dalla fine della fase I fino al decubito, e la fase III dalla fine della fase II fino alla morte.⁵⁴ Lo studio

rivelava che i segni di agitazione precedenti la perdita di coscienza erano maggiori con l'esposizione a CO₂ più ossigeno. Con entrambi i metodi si verificavano convulsioni durante la fase II e III. Tuttavia, quando la camera di eutanasia veniva pre-riempita con monossido di carbonio (fumi esausti), non si verificavano convulsioni nella fase III. Il tempo necessario per l'immobilizzazione completa era maggiore con CO₂ più ossigeno (circa 90 secondi) rispetto al solo monossido di carbonio (circa 56 secondi).⁵⁴ Nei suinetti neonati, era più probabile che l'eccitazione precedesse la perdita di coscienza se gli animali erano esposti a un rapido incremento della concentrazione di monossido di carbonio. Questo stato di agitazione si riduceva a flussi inferiori, oppure quando il monossido di carbonio era associato all'azoto.⁹⁸

Nell'uomo, i sintomi precoci più comuni di intossicazione da monossido di carbonio sono cefalea, vertigini e debolezza. Al crescere della concentrazione di carbossiemoglobina, questi segni possono essere seguiti da una riduzione dell'acuità visiva, acufeni, nausea, depressione progressiva, confusione e collasso.⁹⁹ Poiché il monossido di carbonio stimola i centri motori cerebrali, la perdita di coscienza può essere accompagnata da convulsioni e spasmi muscolari.

Il monossido di carbonio induce un'intossicazione cumulativa.⁹⁶ I segni distintivi dell'intossicazione da monossido di carbonio non sono evidenti finché la concentrazione del gas è pari allo 0,05% dell'aria ambiente e i segni acuti non si sviluppano finché la concentrazione del gas è pari allo 0,2% circa dell'aria. Nell'uomo, l'esposizione allo 0,32% e allo 0,45% di monossido di carbonio per un'ora induce rispettivamente perdita di coscienza e morte.¹⁰⁰ Il monossido di carbonio è estremamente pericoloso per il personale poiché altamente tossico e difficile da identificare. L'esposizione cronica a basse concentrazioni di questo gas possono costituire un rischio sanitario, soprattutto verso le malattie cardiovascolari e gli effetti teratogeni.¹⁰¹⁻¹⁰³ Un sistema per fumi esausti o una ventilazione efficiente sono essenziali per prevenire l'esposizione accidentale umana.

Vantaggi – 1) Il monossido di carbonio induce la perdita di coscienza in assenza di dolore e in presenza di un disagio minimamente discernibile. 2) L'ipossiemia indotta dal monossido di carbonio è insidiosa e l'animale sembra non esserne consapevole. 3) La morte avviene rapidamente utilizzando concentrazioni pari al 4-6%.

Svantaggi – 1) Sono necessarie precauzioni per prevenire l'esposizione del personale. 2) Qualsiasi attrezzatura elettrica esposta a monossido di carbonio (es., lampade e ventilatori) deve essere a prova di esplosione.

Raccomandazioni - L'utilizzo del monossido di carbonio per l'eutanasia individuale o di massa è accettabile per cani, gatti e altri piccoli mammiferi, utilizzando monossido di carbonio compresso in commercio e osservando le seguenti precauzioni: 1) Il personale che utilizza il monossido di carbonio deve essere istruito accuratamente sul suo utilizzo e deve comprenderne rischi e limitazioni; 2) La camera a monossido di carbonio deve essere costruita con la massima qualità e dovrebbe consentire la separazione dei singoli animali; 3) La fonte del monossido di carbonio e la camera adibita devono essere localizzate in un ambiente ben ventilato, preferibilmente all'esterno; 4) La camera deve possedere finestre che consentono al personale l'osservazione diretta degli animali; 5) Il flusso di monossido di carbonio deve essere tale da raggiungere rapidamente una concentrazione uniforme pari almeno al 6%, dopo che gli animali sono entrati nella camera, sebbene alcune specie

(suinetti neonati) appaiano meno agitate quando la concentrazione di monossido di carbonio aumenta gradualmente;⁹⁸ e 6) Se la camera è posta all'interno di una stanza, essa deve contenere un sistema di monitoraggio del monossido di carbonio per avvertire il personale del raggiungimento di concentrazioni rischiose. È essenziale che l'uso di monossido di carbonio sia in accordo con i regolamenti statali sulla salute e la sicurezza occupazionale.

FARMACI NON INALATORI

L'utilizzo di agenti eutanasi iniettabili rappresenta il metodo più rapido e affidabile per effettuare l'eutanasia ed è la metodica preferibile quando può essere condotta senza indurre paura o stress nell'animale. Quando il contenimento necessario per effettuare un'iniezione endovenosa comporta ulteriore stress all'animale o sottopone a un rischio indesiderato l'operatore, si dovrebbe ricorrere alla sedazione o all'anestesia o utilizzare una via di somministrazione alternativa accettabile. Gli animali aggressivi, timorosi, selvatici o vaganti dovrebbero essere sedati o trattati con un agente immobilizzante non paralizzante prima della somministrazione endovenosa dell'agente eutanasi.

Quando la somministrazione endovenosa è considerata non pratica o impossibile, è accettabile la somministrazione intraperitoneale di un agente eutanasi non irritante che non contenga agenti di blocco neuromuscolare. La somministrazione intracardiaca è accettabile solo quando effettuata su un animale profondamente sedato, anestetizzato o in stato comatoso. Non è considerata accettabile nell'animale sveglio, a causa della difficoltà di effettuare un'iniezione accurata e della sua imprevedibilità. Non sono metodi accettabili per la somministrazione di un agente eutanasi iniettabile le iniezioni intramuscolare, sottocutanea, intratoracica, intrapolmonare, intraepatica, intrarenale, intrasplenica, intratecale e altre iniezioni non vascolari.

Quando un agente eutanasi iniettabile viene somministrato nella cavità peritoneale, il passaggio attraverso le fasi I e II dell'anestesia può essere lento. Per questo, l'animale dovrebbe essere posto in una gabbia piccola e in una zona tranquilla per minimizzare l'eccitazione e il trauma.

DERIVATI DELL'ACIDO BARBITURICO

I barbiturici deprimono il sistema nervoso centrale in senso discendente, iniziando dalla corteccia cerebrale, inducendo una perdita di coscienza che progredisce ad anestesia. Con un sovradosaggio, l'anestesia profonda progredisce ad apnea dovuta alla depressione del centro del respiro, seguita da arresto cardiaco.

Tutti i derivati dell'acido barbiturico utilizzati per l'anestesia sono accettabili per l'eutanasia quando somministrati per via endovenosa. L'esordio d'azione è rapido e la perdita di coscienza indotta dai barbiturici fa sì che il dolore associato alla puntura venosa sia minimo o transitorio. I barbiturici preferibili sono quelli potenti, a lunga durata d'azione, stabili in soluzione ed economici. Il sodio pentobarbital soddisfa al

meglio questi criteri ed è il più utilizzato, benché siano accettabili anche altri barbiturici come il secobarbital.

Vantaggi- 1) Uno dei principali vantaggi dei barbiturici è la velocità d'azione. Questo aspetto dipende da dose, concentrazione, via e velocità di somministrazione. 2) I barbiturici inducono l'eutanasia dolcemente, con minimo disagio per l'animale. 3) I barbiturici sono meno costosi di molti altri agenti eutanasi.

Svantaggi – 1) Per ottenere i risultati migliori è necessaria l'iniezione endovenosa ed è richiesto personale esperto. 2) L'animale deve essere contenuto. 3) Gli attuali regolamenti federali richiedono di tenere un registro accurato dei barbiturici, che devono essere utilizzati sotto la supervisione di personale registrato presso la US Drug Enforcement Administration (DEA). 4) Negli animali inconsci può verificarsi un rantolo terminale indesiderato. 5) Questi farmaci tendono a persistere nelle carcasse e possono causare sedazione o anche morte di altri animali che se ne cibano.

Raccomandazioni – I vantaggi dei barbiturici nell'eutanasia dei piccoli animali sono notevolmente superiori agli svantaggi. L'iniezione endovenosa di un derivato dell'acido barbiturico è il metodo elettivo di eutanasia di cani, gatti, altri piccoli animali e cavalli. Quando l'iniezione endovenosa può essere stressante o pericolosa, è possibile utilizzare l'iniezione intraperitoneale. L'iniezione intracardiaca deve essere utilizzata solo su un animale in sedazione profonda, inconscio o anestetizzato.

ASSOCIAZIONI DEL PENTOBARBITAL

Molti prodotti per l'eutanasia contengono un derivato dell'acido barbiturico (di solito sodio pentobarbital), associato a un anestetico locale o ad agenti che lo metabolizzano a pentobarbital. Alcuni di questi additivi hanno un lento effetto cardiossico, tuttavia tale effetto farmacologico non è consequenziale. Queste associazioni farmacologiche sono elencate dalla DEA come farmaci Schedule III, quindi più semplici da ottenere, conservare e somministrare rispetto ai farmaci Schedule II, come il sodio pentobarbital. Le proprietà farmacologiche e le indicazioni di utilizzo dei prodotti che associano sodio pentobarbital a lidocaina o fenitoina sono sovrapponibili a quelle dei derivati puri dell'acido barbiturico. L'associazione tra pentobarbital e un agente di blocco neuromuscolare non è un presidio eutanasi accettabile.

CLORALIO IDRATO

IL cloralio idrato deprime lentamente l'encefalo, quindi il contenimento può costituire un problema per alcuni animali. La morte è causata da ipossiemia dovuta alla depressione progressiva del centro del respiro e può essere preceduta da rantoli, spasmi muscolari e vocalizzazioni.

Raccomandazioni – Il cloralio idrato è un agente condizionatamente accettabile per l'eutanasia dei grossi animali solo quando somministrato per via endovenosa e solo dopo la sedazione per ridurre i sopra citati effetti collaterali indesiderabili. Non è accettabile per l'eutanasia di cani, gatti e altri piccoli animali perché gli effetti collaterali possono essere gravi, le reazioni possono essere visivamente sgradevoli e perché altri prodotti sono preferibili.

T-61

T-61 è una miscela non barbiturica e non narcotica di tre farmaci iniettabili utilizzata per l'eutanasia. Questi farmaci forniscono una combinazione di effetti anestetici generali, curariformi e anestetici locali. T-61 è stato ritirato dal mercato e non viene più prodotto né venduto negli Stati Uniti. È disponibile in Canada e in altri paesi (tra cui l'Italia, *N.d.T.*). Il T-61 dovrebbe essere utilizzato solo per via endovenosa e a una velocità di iniezione attentamente monitorata, poiché esistono alcuni dubbi circa le differenze di assorbimento ed esordio d'azione dei principi attivi quando somministrati per altre vie.

TRICAINO-METANO-SULFONATO (MS 222, TMS)

L'MS 222 è disponibile in commercio come tricaino-metano-sulfonato (TMS), utilizzabile per l'eutanasia di anfibi e pesci. La tricaina è un derivato dell'acido benzoico e, in acqua a bassa alcalinità (< 50 mg/L come CaCO₃), la soluzione dovrebbe essere tamponata con sodio bicarbonato.¹⁰⁴ È possibile preparare una soluzione conservabile contenente 10 g/l, aggiungendo sodio bicarbonato fino alla saturazione, risultante in una soluzione con pH compreso tra 7,0 e 7,5. La soluzione dovrebbe essere conservata in un flacone marrone scuro e se possibile refrigerata o congelata. Dovrebbe essere sostituita mensilmente e qualora si osservi una colorazione marrone.¹⁰⁵ Per l'eutanasia, è raccomandata una soluzione a concentrazione ≥ 250 mg/l nella quale i pesci dovrebbero essere lasciati per almeno 10 minuti dopo la cessazione dei movimenti opercolari.¹⁰⁴ Negli Stati Uniti, l'MS 222 ha un tempo di sospensione di 21 giorni; quindi, non è appropriato per l'eutanasia di animali destinati all'alimentazione.

POTASSIO CLORURO PRECEDUTO DA ANESTESIA GENERALE

Benché non accettabile e condannabile quando effettuato in un animale non anestetizzato, l'utilizzo di una soluzione supersatura di potassio cloruro iniettata per via endovenosa o intracardiaca in un animale in anestesia generale è un metodo accettabile per produrre l'arresto cardiaco e la morte. Lo ione potassio è cardiottossico e la somministrazione endovenosa o intracardiaca rapida di 1-2 mmol/kg causa arresto cardiaco. È una tecnica preferenziale per l'eutanasia di animali da reddito o specie selvatiche per ridurre il rischio di tossicosi per i predatori e i necrofagi nelle situazioni in cui le carcasse degli animali soppressi possono essere consumate.^{106, 107}

Vantaggi - Il potassio cloruro non è una sostanza controllata. È facilmente acquistabile, trasportabile e miscelabile in campo. 2) Il potassio cloruro, quando utilizzato associato a metodi appropriati che rendono inconscio l'animale, fornisce una carcassa potenzialmente meno tossica per i necrofagi e i predatori, nei casi in cui lo smaltimento della carcassa sia impossibile o non pratico.

Svantaggi - Durante o subito dopo l'iniezione possono verificarsi contrazioni muscolari e spasmi clonici.

Raccomandazioni – E' imperativo che il personale che utilizza questa metodica sia addestrato e a conoscenza delle tecniche anestetiche, oltre che in grado di valutare la profondità dell'anestesia adeguata alla somministrazione endovenosa del potassio cloruro. La somministrazione endovenosa di potassio cloruro richiede che l'animale sia nel piano chirurgico dell'anestesia, caratterizzato dalla perdita di coscienza, dei riflessi muscolari e della risposta agli stimoli nocivi. Le soluzioni sature di potassio cloruro causano efficacemente l'arresto cardiaco dopo rapida iniezione intracardiaca o endovenosa. Non sono state documentate concentrazioni tissutali residue di anestetici generali dopo l'induzione anestetica. Benché non siano state segnalate intossicazioni di necrofagi da potassio cloruro associato a un anestetico generale, la carcassa dovrebbe comunque essere smaltita adeguatamente per evitare il possibile consumo di una carcassa contaminata da anestetici generali.

AGENTI INIETTABILI NON ACCETTABILI

Utilizzati da soli, gli agenti iniettabili elencati in **Appendice 4** (stricnina, nicotina, caffeina, magnesio solfato, potassio cloruro, detergenti, solventi, disinfettanti e altre tossine o sali, e tutti gli agenti di blocco neuromuscolare) sono inaccettabili e il loro uso per l'anestesia animale è condannato.

METODI FISICI

I metodi fisici per l'eutanasia sono rappresentati da proiettile captivo penetrante, arma da fuoco, dislocazione cervicale, decapitazione, elettrocuzione, irradiazione con microonde, trappole mortali, compressione toracica, dissanguamento, macerazione, stordimento ed enervazione (*pithing*). Quando utilizzati da personale adeguatamente esperto e con attrezzature in buono stato di conservazione, i metodi fisici di eutanasia possono determinare un minor grado di paura e ansia ed essere più rapidi, indolori, etici e pratici e rispetto ad altre forme di eutanasia. Dissanguamento, stordimento ed enervazione non sono consigliabili come metodi unici di eutanasia ma dovrebbero essere considerati come aggiuntivi ad altri agenti o metodi.

Alcune persone considerano i metodi fisici di eutanasia visivamente sgradevoli. Tuttavia, in alcune situazioni, ciò che è percepito come estetico è in conflitto con ciò che è etico. In determinate situazioni i metodi fisici possano costituire la scelta più appropriata per l'eutanasia e per il rapido sollievo di un animale dal dolore e dalla sofferenza. Il personale incaricato dei metodi fisici di eutanasia deve essere addestrato e controllato per qualsiasi tecnica fisica utilizzi. Inoltre, dovrebbe essere sensibile alle implicazioni visive della metodica e informare gli osservatori di quanto devono aspettarsi. Poiché la maggior parte dei metodi fisici coinvolge il trauma, esiste un rischio intrinseco per gli animali e l'uomo. Occorre osservare estrema cura e cautela. È essenziale l'abilità e l'esperienza del personale. Se la metodica non è effettuata correttamente, sono possibili lesioni agli animali e al personale. Il personale privo di esperienza dovrebbe essere addestrato da personale esperto e fare pratica su carcasse o animali anestetizzati per l'eutanasia fino al raggiungimento della capacità

di applicare adeguatamente ed eticamente la metodica. Quando utilizzati in maniera appropriata, la maggior parte dei metodi fisici di eutanasia sono considerati dal gruppo di esperti condizionatamente accettabili.

PROIETTILE CAPTIVO PENETRANTE

Il proiettile captivo penetrante è utilizzato per l'eutanasia di ruminanti, cavalli, suini, conigli di laboratorio e cani.¹⁰⁸ Agisce provocando la concussione e il trauma del tessuto cerebrale e del tronco encefalico^{109, 110} Le pistole a proiettile captivo sono azionate da polvere da sparo o aria compressa e devono fornire energia sufficiente per penetrare il cranio delle specie interessate.¹⁰⁹ Il contenimento adeguato è importante per assicurare il corretto posizionamento del proiettile. L'encefalo e il tronco encefalico devono essere distrutti dal proiettile in maniera sufficiente da indurre la perdita improvvisa di coscienza e successivamente la morte. E' stato descritto il posizionamento accurato del proiettile captivo nelle diverse specie.¹⁰⁹⁻¹¹² E' stato inoltre suggerito l'utilizzo di un più efficace proiettile multiplo soprattutto per i grossi bovini.

Il proiettile captivo non penetrante induce unicamente lo stordimento dell'animale e non dovrebbe essere utilizzato come metodo unico di eutanasia (vedi "Stordimento" in "Metodi aggiuntivi").

Vantaggi - Il proiettile captivo penetrante è un metodo di eutanasia efficace nei macelli, nelle strutture di ricerca e in allevamento quando non è appropriato l'utilizzo di farmaci.

Svantaggi - 1) E' visivamente sgradevole. 2) La morte può non avvenire se l'attrezzatura non è conservata e utilizzata in maniera appropriata.

Raccomandazioni - L'utilizzo del proiettile captivo penetrante è un metodo accettabile e pratico per l'eutanasia di cavalli, ruminanti e suini, mentre è condizionatamente accettabile in altre specie. Il proiettile captivo non penetrante non deve essere utilizzato come metodo unico di eutanasia.

COMMOZIONE CEREBRALE

L'eutanasia mediante commozione cerebrale deve essere valutata sulla base delle caratteristiche anatomiche della specie da sopprimere. La commozione cerebrale può essere un metodo etico per l'eutanasia degli animali neonati con cranio sottile, come i suinetti, qualora un singolo colpo netto inferto con forza sufficiente in corrispondenza delle ossa centrali del cranio sia in grado di produrre l'immediata depressione del sistema nervoso centrale e la distruzione del tessuto cerebrale. Quando effettuata in maniera adeguata, la perdita di coscienza è rapida. Le caratteristiche anatomiche dei vitelli neonati, tuttavia, rendono tale metodica inaccettabile in questa specie. Il personale che effettua l'eutanasia mediante commozione cerebrale deve essere adeguatamente addestrato e la sua efficienza controllata, oltre ad essere consapevole delle implicazioni visive della metodica.

ARMA DA FUOCO

Un colpo di arma da fuoco adeguatamente sparato può causare l'insensibilità immediata e una morte etica. In alcune circostanze, il colpo di arma da fuoco può essere l'unico metodo pratico di eutanasia. La metodica dovrebbe essere utilizzata esclusivamente da personale altamente esperto e addestrato nell'utilizzo di armi da

fuoco e solo nelle giurisdizioni che ne consentono l'utilizzo legale. Occorre considerare la sicurezza del personale, del pubblico e degli animali vicini. La procedura dovrebbe essere effettuata all'esterno e lontano dall'accesso pubblico.

Per utilizzare il colpo di arma da fuoco alla testa come metodo di eutanasia degli animali in cattività, l'arma deve consentire l'ingresso del proiettile nell'encefalo, causando l'istantanea perdita di coscienza.^{51, 112-114} Ciò deve tenere in considerazione le diverse posizioni dell'encefalo e la conformazione del cranio delle varie specie, così come l'energia necessaria per penetrare il cranio e i seni dell'animale.^{109, 115} Sono stati descritti i bersagli ottimali dell'arma da fuoco sulla testa delle diverse specie^{114, 116-119} Per le specie selvatiche e altri animali liberi, il bersaglio preferibile è rappresentato dalla testa. L'arma appropriata deve essere scelta in base alla situazione, con l'obiettivo di causare la penetrazione e la distruzione del tessuto cerebrale senza fuoriuscita dal lato opposto della testa.¹²⁰ Un colpo rivolto al cuore o al collo non causa l'immediata perdita di coscienza dell'animale e non soddisfa quindi la definizione di eutanasia del gruppo di esperti.¹²¹

Vantaggi – 1) La perdita di coscienza è istantanea se il proiettile distrugge la maggior parte del tessuto cerebrale. 2) In virtù della necessità di minimizzare lo stress indotto dalla manipolazione e dal contatto con l'uomo, il colpo di arma da fuoco può in alcuni casi essere il metodo più pratico e logico per l'eutanasia delle specie selvatiche e libere.

Svantaggi – 1) La metodica può essere pericolosa per il personale. 2) E' visivamente sgradevole. 3) In condizioni di campo, può essere difficile colpire il bersaglio vitale. 4) Quando il bersaglio è la testa, il tessuto cerebrale può divenire inutilizzabile per la valutazione della rabbia e della malattia da deperimento cronico.

Raccomandazioni - Quando non possono essere utilizzati altri metodi, un colpo di arma da fuoco accuratamente somministrato costituisce un metodo di eutanasia condizionatamente accettabile.^{14,122-125} Quando è possibile contenere adeguatamente l'animale, il proiettile captivo è preferibile rispetto al colpo di arma da fuoco. Prima dell'effettuazione, gli animali abituati alla presenza dell'uomo dovrebbero essere trattati in maniera calma e rassicurante per ridurre l'ansia. Nel caso delle specie selvatiche, il colpo di arma da fuoco dovrebbe essere somministrato ricorrendo il meno possibile al contatto umano. L'arma da fuoco non dovrebbe essere utilizzata per l'eutanasia abituale in un contesto di controllo della popolazione animale, come nei rifugi o nei canili municipali.

DISLOCAZIONE CERVICALE

La dislocazione cervicale è una tecnica che è stata utilizzata pur molti anni e che, se effettuata da personale ben addestrato, è considerata etica. Tuttavia sono pochi gli studi scientifici che confermano questa osservazione. La tecnica è utilizzata per l'eutanasia di pollame, altri piccoli uccelli, topi, ratti e conigli immaturi. Per i topi e i ratti, il pollice e indice della mano vengono posti su entrambi i lati del collo alla base del cranio o, in alternativa, si esercita una pressione alla base del cranio con un'asta. Con l'altra mano, si tirano rapidamente la base della coda o gli arti posteriori, causando la separazione delle vertebre cervicali dal cranio. Per i conigli immaturi, si tiene la testa con una mano e gli arti posteriori con l'altra. Si distende l'animale e si iperestende e si torce dorsalmente il collo per determinare la separazione della prima

vertebra cervicale dal cranio.^{72, 111} Per il pollame, la dislocazione cervicale mediante trazione dell'animale è un metodo comune per l'eutanasia di massa, tuttavia la perdita di coscienza può non essere istantanea.¹³⁴ I dati suggeriscono che l'attività elettrica cerebrale persiste per 13 secondi dopo la dislocazione cervicale,¹²⁶ e, a differenza della decapitazione, il dissanguamento rapido non contribuisce alla perdita di coscienza.^{128, 129}

Vantaggi - 1) La dislocazione cervicale può indurre una rapida perdita di coscienza.^{84, 127} 2) Non determina una contaminazione chimica dei tessuti. 3) E'effettuabile rapidamente.

Svantaggi - 1) La dislocazione cervicale può essere visivamente sgradevole per il personale. 2) Richiede elevata abilità tecnica per garantire una rapida perdita di coscienza. 3) L'utilizzo è limitato a pollame, piccoli uccelli, topi, ratti e conigli immaturi.

Raccomandazioni - La dislocazione cervicale manuale è una tecnica etica per l'eutanasia di pollame, piccoli uccelli, topi, ratti di peso corporeo < 200 g e conigli di peso < 1 kg, quando effettuata da persone con un elevato e dimostrabile grado di efficienza tecnica. In assenza di una dimostrata competenza tecnica, l'animale deve essere sedato o anestetizzato prima della dislocazione cervicale. La necessità di competenza tecnica è maggiore per i ratti e i conigli pesanti, la cui vasta massa muscolare della regione del collo rende fisicamente più difficile la metodica.¹³⁰ Nelle strutture adibite alla ricerca, questa tecnica dovrebbe essere utilizzata solo quando scientificamente giustificata dall'operatore e approvata dall'Institutional Animal Care and Use Committee. Le persone responsabili dell'utilizzo della tecnica devono garantire che il personale addetto sia stato adeguatamente addestrato e che applichi la metodica in maniera costantemente etica ed efficace.

DECAPITAZIONE

La decapitazione può essere utilizzata per l'eutanasia di roditori e piccoli conigli nelle strutture adibite alla ricerca. Consente di ottenere tessuti e fluidi corporei chimicamente non contaminati. Inoltre consente di ottenere tessuto cerebrale anatomicamente intatto¹³¹

Benché sia stato dimostrato che l'attività elettrica cerebrale persiste per 13-14 secondi a seguito della decapitazione,¹³² studi e segnalazioni più recenti indicano che questa attività non interferisce con la capacità di percepire il dolore e concludono che la perdita di coscienza si sviluppa rapidamente.¹²⁷⁻¹²⁹

Sono disponibili in commercio ghigliottine appositamente sviluppate per effettuare la decapitazione dei roditori adulti e dei piccoli conigli in maniera uniformemente istantanea. Non sono invece disponibili ghigliottine adatte ai roditori neonati, per i quali possono essere utilizzate lame affilate.

Vantaggi - 1) La decapitazione è una tecnica che sembra indurre una rapida perdita di coscienza.¹²⁷⁻¹²⁹ 2) Non determina la contaminazione chimica dei tessuti. 3) Si effettua rapidamente.

Svantaggi -1) La manipolazione e il contenimento necessari per questa tecnica possano essere stressanti per l'animale.⁸³ 2) L'interpretazione della persistenza di attività elettrica cerebrale a seguito della decapitazione ha generato controversie e l'importanza di questo aspetto può essere tuttora oggetto di dibattito.^{127-129, 132} 3) Il

personale incaricato di questa tecnica deve conoscere il pericolo intrinseco della ghigliottina e adottare precauzioni adeguate per prevenire lesioni personali. 4) La decapitazione può essere visivamente sgradevole per il personale incaricato o osservatore.

Raccomandazioni – E' una tecnica condizionatamente accettabile se condotta correttamente e dovrebbe essere utilizzata nelle strutture adibite alla ricerca se richiesto dal progetto sperimentale e approvato dall'Institutional Animal Care and Use Committee. Le attrezzature utilizzate per effettuare la decapitazione dovrebbero essere mantenute in buone condizioni d'uso e revisionate regolarmente per accertare l'affilatezza delle lame. L'utilizzo di coni di plastica per contenere l'animale sembra ridurre lo stress dovuto alla manipolazione e le possibilità di lesioni del personale, oltre a migliorare la posizione dell'animale nella ghigliottina. La decapitazione di anfibi, pesci e rettili è trattata altrove in queste linee guida. Le persone responsabili dell'utilizzo di questa tecnica devono garantire che il personale incaricato sia stato adeguatamente addestrato.

ELETTROCUZIONE

L'elettrocuzione mediante utilizzo di corrente alternata è stata utilizzata come metodo eutanasi per cani, bovini, ovini, suini, volpi e visoni.^{113,133-138}

L'elettrocuzione induce la morte mediante fibrillazione cardiaca, responsabile di ipossia cerebrale.^{135, 137, 139} Tuttavia, l'animale non perde coscienza per 10-30 secondi o più dopo l'inizio della fibrillazione cardiaca. E' imperativo che l'animale sia inconscio prima di effettuare l'elettrocuzione. Ciò può essere ottenuto con qualsiasi metodo accettabile, incluso lo stordimento elettrico.²⁵ Benché sia stato descritto un metodo efficace a un solo stadio di stordimento ed elettrocuzione per pecore e suini, l'eutanasi mediante elettrocuzione rimane per la maggior parte delle specie una procedura a due stadi.^{25, 63, 140}

Vantaggi - 1) L'elettrocuzione è etica se l'animale viene dapprima reso inconscio. 2) Non determina contaminazione chimica dei tessuti. 3) E' economica.

Svantaggi – 1) L'elettrocuzione può essere rischiosa per il personale. 2) Se si utilizzano sonde convenzionali per singoli animali non è un metodo utile per l'eutanasi di massa, richiedendo troppo tempo per ciascun animale. 3) Non è un metodo utile per animali pericolosi e intrattabili. 4) E' visivamente discutibile a causa della violenta comparsa di estensione e irrigidimento di arti, testa e collo. 5) Negli animali piccoli (< 5 kg) può non determinare la morte perché la fibrillazione ventricolare e il collasso circolatorio non sempre persistono dopo la cessazione del flusso di corrente.

Raccomandazioni - L'eutanasi mediante elettrocuzione richiede capacità e attrezzature speciali in grado di garantire il passaggio attraverso il tessuto cerebrale di una corrente sufficiente a indurre la perdita di coscienza e la fibrillazione cardiaca nel metodo a uno stadio per pecore e maiali, oppure la fibrillazione cardiaca dell'animale inconscio nel metodo a due stadi. Benché il metodo sia condizionatamente accettabile qualora siano soddisfatte le precedenti condizioni, gli svantaggi superano grandemente i vantaggi nella maggior parte delle applicazioni. Le tecniche di applicazione della corrente elettrica dalla testa alla coda, dalla testa ai piedi o dalla testa a placche metalliche bagnate su cui l'animale viene posto sono inaccettabili.

IRRADIAZIONE CON MICROONDE

Il riscaldamento mediante irradiazione con microonde è utilizzato principalmente dai neurobiologi per fissare i metaboliti cerebrali in vivo mantenendo l'integrità anatomica del cervello.¹⁴¹ Sono stati specificamente sviluppati strumenti a microonde per l'eutanasia di topi e ratti da laboratorio. Questi strumenti sono diversi da quelli utilizzati in cucina e la loro potenza massima può variare da 1,3 a 10 kw. Tutte le unità dirigono l'energia delle microonde alla testa dell'animale. La potenza necessaria per interrompere rapidamente l'attività enzimatica cerebrale dipende dall'efficienza dell'unità, dalla capacità di adattare le cavità risonanti e dalle dimensioni della testa del roditore.¹⁴² Esiste una notevole variabilità tra i diversi strumenti nel tempo necessario per indurre la perdita di coscienza e l'eutanasia. Uno strumento da 10 kw e 2.450 MHz attivato con 9 kw di energia aumenta la temperatura cerebrale di un topo di 18-28 grammi a 79°C in 330 ms e la temperatura cerebrale di un ratto di 250-420 grammi a 94 °C in 800 ms.¹⁴³

Vantaggi - La perdita di coscienza avviene in meno di 100 ms e la morte in meno di un secondo. 2) Si tratta del metodo più efficace per fissare il tessuto cerebrale in vivo per la successiva analisi delle sostanze enzimaticamente labili.

Svantaggi - 1) Gli strumenti sono costosi. 2) Con gli strumenti attualmente disponibili in commercio è possibile effettuare l'eutanasia soltanto di animali delle dimensioni di topi e ratti.

Raccomandazioni - L'irradiazione con microonde è un metodo etico di eutanasia dei piccoli roditori da laboratorio se si utilizzano strumenti in grado di indurre una rapida perdita di coscienza. Possano essere utilizzati soltanto strumenti prodotti a questo scopo e caratterizzati da potenza e distribuzione delle microonde appropriate. I forni a microonde prodotti per le cucine domestiche e istituzionali sono inderogabilmente inaccettabili per l'eutanasia.

COMPRESSIONE TORACICA (CARDIOPOLMONARE, CARDIACA)

La compressione toracica (cardiopulmonare, cardiaca) è utilizzata per l'eutanasia di uccelli liberi di dimensioni piccole o medie quando le tecniche alternative descritte in queste linee guida non sono praticabili.¹⁴⁴

Vantaggi - E' una tecnica rapida. 2) E' apparentemente indolore. 3) Ottimizza l'utilizzo delle carcasse per gli studi analitici e dei contaminanti.

Svantaggi - 1) Può essere considerata visivamente sgradevole per gli osservatori. 2) Il grado di stress dell'animale è sconosciuto.

Raccomandazioni - La compressione toracica (cardiopulmonare, cardiaca) è una tecnica fisica per l'eutanasia degli uccelli applicabile in campo quando le altre metodiche non possono essere utilizzate. Si effettua portando il pollice e l'indice di una mano sotto le ali dell'uccello, infilandoli da dietro e appoggiandoli alle coste.¹⁴⁴ Il dito indice dell'altra mano viene posto contro il margine ventrale dello sterno, subito

sotto la furcula. Tutte le dita vengono riunite con forza e tenute sotto pressione per arrestare cuore e polmoni. La perdita di coscienza e la morte si sviluppano rapidamente. Per evitare traumi all'animale, questa tecnica richiede un addestramento accurato. La compressione cardiopolmonare non è appropriata per l'eutanasia di animali da laboratorio, uccelli grossi, uccelli acquatici¹⁴⁴ o ltre specie.

TRAPPOLE MORTALI

Le trappole mortali meccaniche sono utilizzate per la cattura e l'uccisione di piccoli mammiferi liberi a scopi commerciali (pelliccia, pellame o carne), scientifici, per impedire un danno alla proprietà e per proteggere la sicurezza umana. Il loro utilizzo resta controverso e il gruppo di esperti riconosce che le trappole mortali non sempre inducono una morte rapida e in assenza di stress, coerente con i criteri per l'eutanasia citati in questo documento. Per questo motivo, è preferibile l'utilizzo di trappole a vivo seguite da altri metodi di eutanasia. Sono poche le situazioni in cui ciò non è possibile o in cui può essere più stressante per l'animale o pericoloso per l'uomo utilizzare trappole a vivo. Benché nuove tecnologie stiano migliorando le prestazioni delle trappole mortali nell'indurre rapidamente la perdita di coscienza, si raccomanda di effettuare delle prove individuali per assicurare il corretto funzionamento della trappola.¹⁴⁵ Dovendo utilizzare una di queste trappole, si deve scegliere quella più etica,¹⁴⁶⁻¹⁴⁸ utilizzando le procedure di valutazione della International Organization for Standardization (ISO)¹⁴⁹ oppure attraverso i metodi di Gilbert,¹⁵⁰ Proulx et al,^{151, 152} o Hiltz and Roy.¹⁵³

Per raggiungere il livello di efficienza richiesto, può essere necessario modificare le trappole rispetto agli standard del produttore. Inoltre, come specificato in alcuni studi scientifici, il posizionamento della trappola (a terra piuttosto che su una pianta), il tipo di esca, la sede, la selettività, i dispositivi di modifica della posizione del corpo (esempio ali laterali, coni), la sensibilità e il tipo di azionamento, le dimensioni e la conformazione, sono aspetti essenziali che possono influenzare la capacità della trappola di raggiungere questi standard. Alcune trappole mortali e loro modifiche sono state valutate scientificamente e giudicate in linea con gli standard di riferimento citati per diverse specie.^{151, 152, 154, 167}

Vantaggi - I piccoli mammiferi liberi possono essere uccisi riducendo lo stress dovuto alla manipolazione e al contatto con l'uomo.

Svantaggi – 1) Le trappole possono non indurre la morte in un tempo accettabile. 2) La selettività e l'efficacia dipendono dalla capacità e dall'efficienza dell'operatore.

Raccomandazioni - Le trappole mortali non soddisfano sempre i criteri del gruppo di esperti per l'eutanasia. Allo stesso tempo, si riconosce che possono essere pratiche ed efficaci per la raccolta di animali a fini scientifici, se utilizzate in modo che garantiscano selettività, morte rapida, assenza di danni alle parti del corpo necessarie per la ricerca e minima possibilità di lesioni a specie non bersaglio^{168, 169} Le trappole devono essere controllate almeno una volta al giorno. Qualora l'animale venga ferito o catturato ma non ucciso, deve essere soppresso rapidamente e in maniera umana. Le trappole mortali dovrebbero essere utilizzate solo quando siano impossibili o abbiano fallito altre tecniche accettabili. Le trappole per le specie notturne non dovrebbero essere attivate durante il giorno per evitare la cattura di

specie diurne.¹⁶⁸ I produttori di trappole dovrebbero responsabilmente cercare di ridurre il dolore la sofferenza per le specie bersaglio.

MACERAZIONE

La macerazione, effettuata utilizzando un apparato meccanico appositamente prodotto, fornito di lame o proiezioni rotanti, causa l'immediata frammentazione e morte del pollame di un giorno di vita e delle uova embrionate. Una revisione²¹⁷ dei maceratori disponibili in commercio per l'eutanasia di pulcini, tacchinotti e uova embrionate indica che la morte per macerazione del pollame di un giorno si verifica immediatamente con dolore e stress minimi. La macerazione è un'alternativa all'utilizzo del diossido di carbonio per l'eutanasia del pollame di un giorno. Si ritiene sia equivalente alla dislocazione cervicale e alla compressione cranica in termini temporali ed è considerata un metodo accettabile di eutanasia per il pollame appena schiuso da parte di Federation of Animal Science Societies,²²⁰ Agriculture Canada²²¹ Organizzazione mondiale per la sanità animale²²² e Unione Europea²²³.

Vantaggi - La morte è pressoché istantanea. 2) Il metodo è sicuro per i lavoratori. 3) E' possibile uccidere molti animali rapidamente.

Svantaggi - E' necessaria un'attrezzatura speciale. 2) I tessuti macerati possono costituire un rischio per la biosicurezza.

Raccomandazioni - La macerazione richiede un'attrezzatura speciale che deve essere tenuta in perfetto stato di funzionamento. I pulcini devono essere introdotti nel maceratore in modo e a velocità che prevengano l'accumulo di animali nel punto di ingresso, e senza causare lesioni, soffocamento o stress aggiuntivo.

METODI AGGIUNTIVI

Lo stordimento e l'enervezione, quando effettuati appropriatamente, inducono la perdita di coscienza ma non garantiscono la morte. Per questo, questi metodi devono essere utilizzati solo in associazione ad altre procedure di eutanasia,¹²³ come farmaci, dissanguamento o decapitazione.

Dissanguamento

Il dissanguamento può essere indotto per assicurare la morte in seguito a stordimento oppure in un animale altrimenti inconscio. Poiché all'estrema ipovolemia si associa ansia, il dissanguamento non deve essere effettuato come metodo unico di eutanasia.¹⁷⁰ Un animale può essere dissanguato per ottenere prodotti del sangue ma solo quando è stato sedato, stordito o anestetizzato.¹⁷¹

Stordimento

Gli animali possono essere storditi mediante commozione cerebrale, utilizzando un proiettile captivo non penetrante oppure con la corrente elettrica. Lo stordimento deve essere immediatamente seguito da un metodo che assicuri la morte. Con lo stordimento, è difficile valutare la perdita di coscienza, che è però solitamente associata alla cessazione della risposta di minaccia o di ammiccamento, a dilatazione pupillare e perdita dei movimenti coordinati. Altri segni ritenuti indicativi di perdita di coscienza sono specifiche modificazioni del tracciato elettroencefalografico e perdita delle risposte visive evocate.^{160, 172}

Commozione cerebrale - Lo stordimento per commozione cerebrale è utilizzato principalmente nei piccoli animali da laboratorio con cranio sottile.^{9, 173-175} Un singolo colpo secco deve essere inferto alle ossa centrali del cranio con forza sufficiente a produrre l'immediata depressione del sistema nervoso centrale. Quando effettuato appropriatamente, la perdita di coscienza è rapida.

Proiettile captivo non penetrante - Il proiettile captivo non penetrante può essere utilizzato per indurre la perdita di coscienza in ruminanti, cavalli e suini. I segni di uno stordimento efficace ottenuto con proiettile captivo sono il collasso immediato e spasmi tetanici della durata di alcuni secondi, seguiti da lenti movimenti degli arti posteriori di crescita frequente.^{60, 176} Altri aspetti relativi all'utilizzo del proiettile captivo non penetrante sono assimilabili a quelli visti precedentemente per il proiettile captivo penetrante.^{60, 176}

Stordimento elettrico - La corrente elettrica alternata è stata utilizzata per lo stordimento di specie animali quali cani, bovini, pecore, capre, maiali, pesci e polli.^{133, 134, 140, 177, 178}

Gli esperimenti effettuati nel cane hanno evidenziato la necessità di dirigere la corrente elettrica attraverso il tessuto cerebrale per indurre una rapida perdita di coscienza. Nel cane, quando l'elettricità passa solo tra gli arti anteriori e gli arti posteriori o il collo e i piedi, induce la fibrillazione cardiaca ma non l'immediata perdita di coscienza.¹³⁹ Per lo stordimento elettrico di qualsiasi animale, è necessario un apparato che applichi gli elettrodi ai lati opposti della testa o che in un altro modo diriga immediatamente la corrente elettrica attraverso il tessuto cerebrale, per poter indurre una rapida perdita di coscienza. Il posizionamento degli elettrodi e il contenimento dell'animale possono essere problematici con questo tipo di stordimento. I segni di efficace stordimento elettrico sono costituiti da estensione degli arti, opistotono, rotazione verso il basso dei globi oculari, spasmi tonici che divengono clonici e flaccidità muscolare finale.

Lo stordimento elettrico dovrebbe essere prontamente seguito da fibrillazione cardiaca elettricamente indotta, dissanguamento o altri metodi appropriati che assicurino la morte. Fare riferimento alla sezione sull'elettrocuzione per ulteriori informazioni.

Enervazione (pithing)

Generalmente, l'enervazione è utilizzata come procedura aggiuntiva per assicurare la morte in animali che sono stati resi inconsci attraverso altre metodiche. Per alcune specie con caratteristiche anatomiche che facilitano l'accesso al sistema nervoso centrale, come le rane, l'enervazione può essere utilizzata come unico metodo di eutanasia, tuttavia il sovradosaggio anestetico è un metodo più indicato.

CONSIDERAZIONI SPECIALI

EUTANASIA EQUINA

Il pentobarbital o le associazioni del pentobarbital costituiscono la miglior scelta per l'eutanasia equina. Poiché occorre iniettare grossi volumi di soluzione, l'utilizzo di un catetere endovenoso giugulare facilita la procedura. Per favorire la cateterizzazione di un animale eccitabile o nervoso, si può somministrare un tranquillante come l'acepromazina o un agonista alfa-2 adrenergico, tuttavia questi farmaci possono prolungare il tempo necessario per la perdita di coscienza a causa del loro effetto sulla circolazione e possono causare vari gradi di attività muscolare o rantoli agonici. Il contenimento può essere ulteriormente favorito dall'associazione tra oppioidi agonisti o agonisti/antagonisti e agonisti alfa-2 adrenergici.

In alcune situazioni di emergenza, come l'eutanasia di un cavallo gravemente ferito durante una corsa, può essere difficile contenere i soggetti pericolosi o grossi per l'iniezione endovenosa. L'animale potrebbe causare lesioni a se stesso o agli osservatori prima che il sedativo possa fare effetto. In questi casi, è possibile somministrare un agente di blocco neuromuscolare come la succinilcolina, tuttavia l'animale deve essere soppresso con la tecnica adeguata non appena diviene controllabile. La succinilcolina da sola o in assenza di un'anestesia sufficiente non deve essere utilizzata per l'eutanasia. I metodi fisici, quali l'arma da fuoco, sono considerati condizionatamente accettabili per l'eutanasia equina. Il proiettile captivo penetrante è accettabile con un contenimento adeguato.

ANIMALI DESTINATI ALL'ALIMENTAZIONE UMANA O ANIMALE

Per l'eutanasia degli animali destinati all'alimentazione umana o animale non possono essere utilizzati agenti chimici che determinano la presenza di residui tissutali, se non approvati dalla Food and Drug Administration.¹⁷⁹ Il diossido di carbonio è l'unica sostanza chimica attualmente utilizzata per l'eutanasia di animali destinati all'alimentazione (soprattutto suini) che non determina la presenza di residui. Per questo motivo sono spesso utilizzate le tecniche fisiche. Le carcasse degli animali soppressi utilizzando derivati dell'acido barbiturico o altri agenti chimici possono contenere residui pericolosi. Queste carcasse dovrebbero essere smaltite in modo da impedirne il consumo da parte di esseri umani o animali.

La scelta di una tecnica di eutanasia appropriata per le specie selvatiche libere deve tenere in considerazione la possibilità di consumo delle carcasse da parte di specie animali predatrici o necrofaghe. Sono stati segnalati numerosi casi di avvelenamento e morte di animali predatori e necrofagi attribuibili all'ingestione di carcasse contaminate da farmaci.¹⁰⁷ L'appropriato smaltimento delle carcasse deve costituire parte integrante della procedura di eutanasia delle specie libere, dove esiste la possibilità di tossicità da consumo. Quando le carcasse devono essere lasciate in campo, si dovrebbe ricorrere ad arma da fuoco, proiettile captivo penetrante o

farmaci iniettabili non tossici (potassio cloruro associato a un anestetico generale non tossico) per ridurre la possibilità di intossicazione dei predatori e necrofagi.

EUTANASIA DELLE SPECIE NON CONVENZIONALI: ANIMALI DA ZOO, SELVATICI, ACQUATICI ED ECTOTERMI

Rispetto alle informazioni oggettive esistenti sull'eutanasia degli animali da compagnia, zootecnici e da laboratorio, l'eutanasia delle specie da zoo, selvatiche, acquatiche ed ectoerme è stata studiata meno e le linee guida sono più limitate. Indipendentemente dagli aspetti peculiari o insoliti relativi ad alcune specie, qualora sia necessario sopprimere un animale, la morte deve essere indotta nel modo più indolore e rapido possibile.

Nella scelta di un metodo di eutanasia per queste specie, devono essere considerati fattori e criteri aggiuntivi a quelli precedentemente discussi. Il metodo scelto dipenderà da specie, taglia, aspetti di sicurezza, sede dell'eutanasia ed esperienza del personale. Considerazioni diverse devono essere fatte per gli animali selvatici, in cattività o liberi. Devono poi essere considerate le differenze anatomiche. Per esempio, gli anfibi, i pesci, i rettili e i mammiferi marini differiscono anatomicamente dalle specie domestiche. Le vene possono essere difficili da localizzare. Alcune specie sono provviste di carapace o altri sistemi difensivi anatomici (squame, spine ecc). Per i metodi fisici, l'accesso al sistema nervoso centrale può essere complesso a causa delle piccole dimensioni e della difficile localizzazione del cervello da parte di una persona inesperta.

Animali da zoo

Per i mammiferi e gli uccelli da zoo che possiedono una controparte domestica, molte delle metodiche precedentemente descritte sono adeguate. Tuttavia, per ridurre la possibilità di lesioni alle persone e agli animali, devono essere considerate misure precauzionali aggiuntive per la manipolazione e il contenimento fisico o chimico.¹⁶

Specie selvatiche

Molte delle metodiche di eutanasia per gli animali in cattività non sono adatte agli animali selvatici e vaganti. Il gruppo di esperti ha riconosciuto che esistono situazioni relative alle specie selvatiche libere per le quali non è possibile effettuare l'eutanasia per motivi di sicurezza animale o umana, ed è invece necessaria l'uccisione. Le condizioni di campo, benché più complesse di quelle controllate, non devono in alcun modo ridurre gli obblighi etici dell'operatore nel ridurre il più possibile il dolore e lo stress subiti dall'animale nell'atto del porre termine alla sua esistenza. Poiché l'eutanasia delle specie selvatiche viene spesso effettuata da profani in ambienti remoti, sono necessarie linee guida che assistano medici veterinari, biologi e operatori sanitari della fauna selvatica nello sviluppo di protocolli etici per l'eutanasia di questi animali.

Nel caso delle specie selvatiche libere, può verificarsi che il personale non è addestrato all'utilizzo appropriato della teleanestesia, o non dispone dell'attrezzatura adeguata, oppure opera in solitudine in aree remote, dove l'esposizione accidentale ai potenti farmaci anestetici utilizzati nella cattura degli animali selvatici potrebbe costituire un rischio per la sicurezza umana, oppure infine non gli è possibile l'approccio all'animale a una distanza di sicurezza per il lancio del dardo. In questi casi, gli unici metodi pratici per la cattura dell'animale sono l'arma da fuoco e la trappola mortale.^{13, 180-184} In queste condizioni, i metodi scelti devono essere il più possibile specifici per la specie, l'età, o la tassonomia dell'animale. L'arma da fuoco e le munizioni devono essere adeguate alla specie e al bersaglio. Il personale dovrebbe essere sia sufficientemente abile da garantire accuratezza sia esperto nell'utilizzo adeguato e sicuro delle armi, nel rispetto delle leggi che ne regolamentano il possesso e l'uso.

Le risposte comportamentali delle specie selvatiche o non convenzionali in cattività (zoo) a stretto contatto con l'uomo sono molto diverse da quelle degli animali domestici. Questi animali sono spesso impauriti e stressati. Per questo, è di estrema importanza ridurre al minimo la quantità, il grado e/o la cognizione del contatto umano durante le procedure che richiedono la manipolazione. Quest'ultima richiede spesso l'anestesia generale, che induce la perdita di coscienza e previene stress, ansia, apprensione e percezione del dolore. Anche se l'animale è posto in anestesia generale, la riduzione al minimo degli stimoli uditivi, visivi e tattili contribuisce a garantire un'eutanasia il più possibile priva di stress. Utilizzando l'anestesia generale, i metodi di eutanasia disponibili sono più numerosi.

Un'eutanasia in due stadi, basata sull'anestesia generale, la tranquillizzazione o l'utilizzo di analgesici, seguiti dall'iniezione endovenosa di farmaci, benché preferibile, spesso non è pratica. Gli anestetici iniettabili non sono sempre legali o prontamente disponibili per le persone che operano nel controllo delle specie moleste, inoltre, nella scelta della tecnica più etica per la situazione contingente, deve essere considerato lo stress generato nell'animale dalla cattura, dal trasporto a una struttura veterinaria e dal confinamento antecedente l'eutanasia. I medici veterinari che forniscono supporto alle persone che lavorano con gli animali liberi, feriti o catturati vivi, dovrebbero considerare aspetti quali lo stress da cattura, trasporto e manipolazione, oltre al possibile consumo delle carcasse, quando richiesta la loro assistenza per l'eutanasia. Le alternative all'eutanasia in due stadi basata sull'anestesia

sono costituite dalle gabbie di contenimento con iniezione intraperitoneale di sodio pentobarbital, dagli agenti inalatori (camera a CO₂, camera a CO) e dall'arma da fuoco. Nei casi in cui non sia disponibile l'anestesia pre-eutanasia, l'iniezione intraperitoneale di sodio pentobarbital, benché più lenta nel produrre la perdita di coscienza, dovrebbe essere preferita all'iniezione endovenosa, se il contenimento induce stress aggiuntivo per l'animale o pericolo per l'operatore.

L'eutanasia di una stessa specie ma in condizioni diverse può richiedere tecniche differenti. Anche in un contesto controllato, un grosso animale estremamente irritabile può minare la sicurezza dell'operatore, degli osservatori e di se stesso. Quando è a rischio la sicurezza e l'animale irritabile, sia esso selvatico, vagante o domestico, è confinato, possono essere utilizzati agenti di blocco neuromuscolare immediatamente prima dell'utilizzo di una forma accettabile di eutanasia. Affinché questa tecnica sia etica, l'operatore deve poter ottenere il controllo sull'animale ed effettuare l'eutanasia prima dell'insorgenza di stress. La succinilcolina non è un agente accettabile per il contenimento delle specie selvatiche libere perché gli animali non possono essere raccolti abbastanza rapidamente da prevenire la difficoltà respiratoria o l'arresto della respirazione indotti da questo agente di blocco neuromuscolare.¹⁸⁵

Animali selvatici o vaganti malati, feriti o catturati vivi

L'eutanasia degli animali selvatici malati, feriti o catturati vivi dovrebbe essere effettuata da professionisti qualificati. Alcune situazioni traumatiche nelle specie selvatiche (esempio, incidenti automobilistici gravi) possono richiedere un'azione immediata, e il dolore e la sofferenza dell'animale possono essere alleviati più rapidamente utilizzando i metodi fisici, quali l'arma da fuoco o il proiettile captivo penetrante, seguiti dal dissanguamento.

Uccelli

Molte tecniche discusse precedentemente in queste linee guida sono adatte all'eutanasia degli uccelli in cattività abituati al contatto umano. Gli uccelli liberi possono essere catturati con svariati metodi, quali reti e trappole a vivo, prima di essere sottoposti a eutanasia. La cattura mediante armi dovrebbe essere effettuata con un'arma da fuoco. L'uccisione dovrebbe essere immediata e dovrebbero essere utilizzate le munizioni appropriate per la specie da catturare. Gli uccelli feriti dovrebbero essere soppressi rapidamente utilizzando le tecniche precedentemente descritte. I grossi uccelli dovrebbero essere anestetizzati utilizzando anestetici generali, prima dell'eutanasia.

Anfibi, pesci e rettili

L'eutanasia degli animali ectotermi deve tenere in considerazione le differenze di metabolismo, respirazione e tolleranza all'ipossia cerebrale di queste specie. Inoltre, è generalmente più difficile accertare la morte di questi animali. Alcuni aspetti peculiari dell'eutanasia di anfibi, pesci e rettili sono stati descritti.^{13,51,186,187}

Agenti iniettabili - Il pentobarbital sodio (60-100 mg/kg) può essere somministrato per via endovenosa, intraddominale o intrapleuroperitoneale nella maggior parte degli animali ectotermi, in base alle caratteristiche anatomiche. Nelle rane nei rospi possono inoltre essere utilizzati gli spazi linfatici sottocutanei. Il tempo necessario per l'effetto è variabile, e la morte può richiedere fino a 30 min.^{1,187,188} Barbiturici diversi dal pentobarbital possono causare dolore all'atto dell'iniezione.¹⁸⁹

Olio di garofano - Poiché non sono stati effettuati studi clinici adeguati e appropriati per valutare l'effetto dell'olio di garofano nei pesci, in questa specie tale agente non è accettabile.

Agenti esterni o topici - Il tricaino-metano-sulfonato (TMS, MS-222) può essere somministrato attraverso varie vie. Per pesci e anfibi, questa sostanza chimica deve essere posta nell'acqua.¹⁹⁰⁻¹⁹³ Per i pesci più grossi, dopo averli rimossi dall'acqua e sollevata la copertura della branchia, si spruzza su quest'ultima una soluzione concentrata del farmaco con una siringa. L'MS 222 è acido e, in concentrazioni maggiori o uguali a 500 mg/l, dovrebbe essere tamponato con sodio bicarbonato fino alla saturazione, determinando la formazione di una soluzione a pH pari a 7,0-7,5.¹⁰⁵ L'MS 222 può essere iniettato negli spazi linfatici e nelle cavità pleuroperitoneali.¹⁹⁴ Si tratta di metodi efficaci ma costosi per l'eutanasia.

La benzocaina idrocloruro, composto simile al TMS, può essere utilizzata come bagno oppure in un sistema di ricircolazione per l'eutanasia dei pesci¹⁸⁴ o degli anfibi.¹³ La benzocaina non è idrosolubile e per questo viene preparata in soluzione (100g/l) con acetone o etanolo, che possono essere irritanti per i tessuti dei pesci. Al contrario, la benzocaina idrocloruro è idrosolubile e può essere utilizzata direttamente per l'anestesia o l'eutanasia.¹⁰⁵ Per quest'ultima, si può utilizzare una soluzione a concentrazione ≥ 250 mg/l. I pesci dovrebbero essere lasciati nella soluzione per almeno 10 minuti dopo la cessazione dei movimenti opercolari.

L'agente anestetico 2-fenossietanolo è utilizzato a concentrazioni pari a 0,5-0,6 ml/l o 0,3-0,4 mg/l per l'eutanasia dei pesci. La morte causata da collasso respiratorio. Come per altri agenti, i pesci dovrebbero essere lasciati nella soluzione per 10 minuti a seguito della cessazione dei movimenti opercolari.^{195,196}

Agenti inalatori - Molti rettili e anfibi, inclusi i cheloni, sono in grado di smettere di respirare e passare al metabolismo anaerobio, potendo sopravvivere per lunghi periodi all'anossia (fino a 27 ore in alcune specie).¹⁹⁷⁻²⁰² A causa di questa capacità di tollerare l'anossia, l'induzione dell'anestesia e il tempo necessario per la perdita di coscienza possono essere molto prolungati quando si usano gli agenti inalatori. In queste specie, la morte può non verificarsi anche dopo prolungata esposizione agli agenti inalatori.²⁰³ Lucertole, serpenti e pesci non possono interrompere la respirazione altrettanto a lungo e possono essere soppressi utilizzando agenti inalatori.

Diossido di carbonio - Anfibi,¹ rettili,¹ e pesci²⁰³⁻²⁰⁵ possono essere soppressi con la CO₂. La perdita di coscienza insorge rapidamente, ma i tempi di esposizione necessari per l'eutanasia sono prolungati. Questa tecnica è più efficace nelle specie attive e in quelle con una minore tendenza a interrompere la respirazione.

Metodi fisici - Sono stati definiti i punti di reperi della testa di diversi anfibi e rettili, con le sedi raccomandate per la penetrazione del proiettile captivo o del colpo di arma da fuoco. Anche i coccodrilli e altri grossi rettili possono essere soppressi con mediante colpo di arma da fuoco al cervello.⁵¹

Per alcune specie con caratteristiche anatomiche appropriate, è efficace la decapitazione effettuata con grosse lame o con una ghigliottina. Si ritiene che l'interruzione dell'irrorazione ematica cerebrale data dalla decapitazione causi una rapida perdita di coscienza. Poiché il sistema nervoso centrale di rettili, pesci e anfibi tollera le condizioni di ipossia e ipotensione,¹³ la decapitazione deve essere seguita dall'enervezione.¹⁸⁸

Eutanasia in due stadi - Per queste specie, si possono utilizzare propofolo e barbiturici ad azione ultrarapida per produrre una rapida anestesia generale prima della somministrazione finale dell'agente di eutanasia.

Negli zoo e in contesto clinico, gli agenti di blocco neuromuscolare sono considerati accettabili per il contenimento dei rettili se somministrati immediatamente prima della somministrazione di un agente eutanasi.

La maggior parte degli anfibi, pesci e rettili può essere soppressa mediante concussione cranica (stordimento) seguita da decapitazione, enervezione (pithing) o altri metodi fisici.

La scontinuzione del midollo spinale sotto la testa mediante enervezione è un metodo efficace per l'eutanasia di alcuni animali ectoterme. La morte può non essere immediata, se l'enervezione non coinvolge sia il cervello sia il midollo spinale. Per questi animali, l'enervezione del midollo spinale dovrebbe essere seguita dalla decapitazione e dall'enervezione cerebrale o da un'altra procedura appropriata. L'enervezione richiede destrezza ed esperienza e dovrebbe essere effettuata soltanto da personale addestrato. Nella rana, la sede dell'enervezione è costituita dal foramen magnum ed è identificata da una lieve depressione cutanea mediana situata posteriormente agli occhi quando il collo riflesso.¹⁸⁷

Raffreddamento – È stato suggerito che, quando si utilizzano i metodi fisici di eutanasia nelle specie ectoterme, il precedente raffreddamento a 4°C riduce il metabolismo e facilita la manipolazione dell'animale; tuttavia non vi sono evidenze del fatto che il raffreddamento di tutto il corpo riduca il dolore o sia clinicamente efficace.²⁰⁶ Il raffreddamento locale nelle rane riduce la nocicezione, evento che può essere in parte mediato dagli oppioidi.²⁰⁷ L'immobilizzazione dei rettili mediante il raffreddamento è considerata un metodo inappropriato e non umano, anche se combinato con altri metodi fisici o chimici di eutanasia. Serpenti e tartarughe, immobilizzati mediante raffreddamento, sono stati soppressi mediante successivo congelamento; questo metodo non è raccomandato.¹³ La formazione di cristalli di ghiaccio sulla pelle e nei tessuti può causare dolore e stress all'animale. Il congelamento rapido di un animale in anestesia profonda è considerato accettabile.²⁰⁸

Mammiferi marini

Gli agenti preferenziali per l'eutanasia dei mammiferi marini sono i barbiturici e gli oppioidi potenti (es., etorfina idrocloruro [M 99] e carfentanil),²⁰⁹ benché si riconosca che il loro utilizzo non è sempre possibile e che può essere pericoloso per il personale. Un altro metodo condizionatamente accettabile per l'eutanasia di mammiferi marini arenati di alcune specie e di alcune taglie è costituito dal colpo di arma da fuoco accuratamente inferto.^{51,209,210} Per gli squali o altri grossi cetacei o pinnipedi arenati, è stata utilizzata l'associazione tra succinilcolina cloruro e potassio cloruro, somministrati per via endovenosa o intraperitoneale.²¹¹ Questo metodo,

considerato inaccettabile secondo le definizioni di queste linee guida, conduce alla paralisi completa della muscolatura respiratoria fino alla morte attribuibile all'ipossiemia.²⁰⁹ Qualora non siano disponibili altre opzioni, il metodo può essere tuttavia considerato più etico rispetto al consentire la morte per soffocamento di un animale arenato per ore o giorni.

EUTANASIA DEGLI ANIMALI ALLEVATI PER LA PRODUZIONE DELLE PELLICCIE

Gli animali da pelliccia vengono in genere soppressi individualmente in allevamento. Poiché la manipolazione induce stress in queste specie, è possibile ridurre questo aspetto sopprimendo l'animale all'interno o vicino alla propria gabbia. Per una discussione più dettagliata delle procedure descritte di seguito, fare riferimento alle sezioni precedenti.

Monossido di carbonio - Per l'eutanasia delle specie più piccole, il monossido di carbonio appare un metodo adeguato. Il monossido di carbonio compresso viene rilasciato da una bombola in una gabbia ad essa collegata e che può essere avvicinata a una gabbia di contenimento. L'utilizzo estero di questo apparato riduce i rischi per l'uomo, tuttavia le persone incaricate di questa metodica dovrebbero essere consapevoli dei pericoli associati al monossido di carbonio. In uno studio, gli animali introdotti in una camera contenente il 4% di monossido di carbonio perdevano coscienza in 64 ± 14 secondi e morivano entro 215 ± 45 secondi.⁸⁰ In uno studio elettroencefalografico sui visoni soppressi con monossido di carbonio al 3,5%, il coma era raggiunto in 21 ± 7 secondi.²¹² Nella camera dovrebbe essere introdotto un animale alla volta e la morte dovrebbe essere confermata per ciascun soggetto.

Diossido di carbonio - La somministrazione di diossido di carbonio è un altro buon metodo di eutanasia per le specie più piccole ed è meno pericoloso per il personale, rispetto a monossido di carbonio. Quando esposti al 100% di diossido di carbonio, i visoni perdevano coscienza in 19 ± 4 secondi e morivano entro 153 ± 10 secondi. Utilizzando diossido di carbonio al 70% con ossigeno al 30%, la perdita di coscienza si verificava in 28 secondi, tuttavia la morte non avveniva prima di un'esposizione di 15 minuti.⁸⁰ Quindi, se un animale viene dapprima stordito con diossido di carbonio al 70%, dovrebbe poi essere soppresso mediante esposizione a diossido di carbonio al 100% o con altri metodi. Come per il monossido di carbonio, gli animali devono essere introdotti nella camera uno alla volta.

Barbiturici - Il sovradosaggio di barbiturici è una procedura accettabile per l'eutanasia di molte specie di animali da pelliccia. Il farmaco viene iniettato per via intraperitoneale e l'animale perde coscienza lentamente. È importante che la morte di ogni animale sia confermata, in seguito all'iniezione di barbiturici. Questi ultimi contaminano i tessuti, quindi la carcassa scuoiata non può essere utilizzata per l'alimentazione animale.

Elettrocuzione - L'elettrocuzione è stata utilizzata per la soppressione di volpi e visoni.¹³⁵ La corrente elettrica deve passare attraverso il cervello per indurre la perdita di coscienza prima che l'elettricità passi attraverso il resto del corpo. Lo stordimento elettrico dovrebbe essere seguito dall'eutanasia effettuata mediante altre tecniche. La

dislocazione cervicale è stata utilizzata nel visone e in altri piccoli animali e dovrebbe essere effettuata entro 20 secondi dallo stordimento elettrico.²¹³
L'utilizzo del solo metodo naso-coda o naso-zampe¹³⁵ può uccidere l'animale inducendo fibrillazione cardiaca ma senza indurre la perdita di coscienza per un certo intervallo di tempo prima della morte. Quindi, queste tecniche non sono accettabili.

EUTANASIA PRENATALE E NEONATALE

Quando si effettua l'ovarioisterectomia, l'eutanasia dei feti dovrebbe essere effettuata appena possibile, dopo la rimozione dalla madre. Gli animali neonati sono relativamente resistenti all'ipossia.^{44,214}

EUTANASIA DI MASSA

In condizioni insolite, come eradicazione di malattie e disastri naturali, le opzioni per l'eutanasia possono essere limitate. In queste situazioni, deve essere utilizzata la tecnica più appropriata per rendere minimi i rischi sanitari umani e animali. Queste opzioni includono (ma non si limitano a) il diossido di carbonio e i metodi fisici quali armi da fuoco, proiettile captivo penetrante e dislocazione cervicale.

POSTFAZIONE

Le presenti linee guida riassumono l'attuale conoscenza scientifica in tema di eutanasia animale e richiamano l'attenzione sulla mancanza di documentazioni scientifiche che valutino il dolore, il disagio e lo stress degli animali sottoposti a eutanasia. In molti casi, metodiche eutanasiche diverse da quelle qui considerate sono descritte in maniera aneddotica o attraverso racconti testimoniali e opinioni non circostanziate, per questo non sono citate nel presente contesto. Il gruppo di esperti sostiene fortemente la necessità di sperimentazioni ben progettate per determinare in maniera più completa il grado in cui ciascuna procedura soddisfa i criteri di giudizio dei metodi di eutanasia.

Qualsiasi metodo di eutanasia comporta vantaggi e svantaggi. È improbabile che un metodo soddisfi i criteri desiderabili per ogni situazione. E' inoltre arduo considerare qui qualsiasi possibile circostanza in cui si possa rendere necessaria l'eutanasia di un animale. L'utilizzo del giudizio professionale è dunque imperativo.

La mancata trattazione o raccomandazione di un metodo di eutanasia nelle presenti linee guida non ne condanna categoricamente l'uso. Possono sussistere occasionalmente circostanze o situazioni speciali in cui altri metodi possono divenire accettabili. Per gli animali da ricerca, queste eccezioni dovrebbero essere attentamente considerate dal veterinario presente e dall'Institutional Animal Care and Use Committee. In altre situazioni, deve valere il giudizio professionale.

Il gruppo di esperti scoraggia l'utilizzo di prodotti non approvati per l'eutanasia, fatta eccezione per quelli con meccanismo d'azione e farmacocinetica chiaramente compresi e oggetto di studi pubblicati in letteratura che ne verifichino e giustifichino

scientificamente l'utilizzo. Coloro che hanno un ruolo decisionale in tema di eutanasia devono manifestare una responsabilità critica nel valutare attentamente qualsiasi nuova tecnica, metodo o dispositivo, utilizzando i criteri del gruppo di esperti. In assenza di prove definitive o aspettative ragionevoli, il processo decisionale dovrebbe essere guidato dal migliore interesse per l'animale.

Le voci bibliografiche citate in queste linee guida non rappresentano una bibliografia esaustiva di tutti i metodi di eutanasia. Le persone interessate a ulteriori informazioni su un particolare aspetto dell'eutanasia animale sono incoraggiate a contattare l'Animal Welfare Information Center, National Agricultural Library, 10301 Baltimore Blvd, Beltsville, MD 20705.

L'AVMA è pienamente aderente al concetto che, ogni qualvolta divenga necessario sopprimere un animale per qualsivoglia ragione, la morte dovrebbe essere indotta nel modo più indolore e rapido possibile. Obiettivo del gruppo di esperti è stato lo sviluppo di linee guida operative per i medici veterinari che devono affrontare questo atto, ed è sincero desiderio dell'AVMA che queste linee guida siano utilizzate in maniera coscienziosa da tutte le persone incaricate della cura degli animali. Il gruppo di esperti considera queste linee guida come in corso d'opera e assicura nuove edizioni in seguito alla pubblicazione di ulteriori studi scientifici attinenti.

Appendice 1— Agenti e metodi di eutanasia suddivisi per specie animale

Agenti e metodi di eutanasia suddivisi per specie animale (vedi Appendice 4 per gli agenti e metodi non accettabili)

Specie	Accettabile* (vedi Appendice 2 e testo per i dettagli)	Condizionatamente accettabile† (vedi Appendice 3 e testo per i dettagli)
Anfibi	Barbiturici, anestetici inalatori (nelle specie appropriate), CO ₂ , CO, tricaino-metano-sulfonato (TMS, MS 222), benzocaina idrocloruro, doppia enervazione	Proiettile captivo penetrante, arma da fuoco, stordimento e decapitazione, decapitazione ed enervazione
Uccelli	Barbiturici, anestetici inalatori, CO ₂ , CO, arma da fuoco (solo uccelli liberi)	N ₂ , Ar, dislocazione cervicale, decapitazione, compressione toracica (solo uccelli piccoli liberi), macerazione (solo pulcini, tacchinotti e uova embrionate)
Gatti	Barbiturici, anestetici inalatori, CO ₂ , CO, potassio cloruro in associazione ad anestesia generale	N ₂ , Ar
Cani	Barbiturici, anestetici inalatori, CO ₂ , CO, potassio cloruro in associazione ad anestesia generale	N ₂ , Ar, proiettile captivo penetrante, elettrocuzione
Pesci	Barbiturici, anestetici inalatori, CO ₂ , tricaino-metano-sulfonato (TMS, MS 222), benzocaina idrocloruro, 2-feossiteanolo	Decapitazione ed enervazione, stordimento e decapitazione/enervazione
Cavalli	Barbiturici, potassio cloruro in associazione ad anestesia generale, proiettile captivo penetrante	Cloralio idrato (EV, dopo sedazione), arma da fuoco, elettrocuzione
Mammiferi marini	Barbiturici, etorfina idrocloruro	Arma da fuoco (cetacei < 4 metri di lunghezza)
Visoni, foche e altri mammiferi da pelliccia	Barbiturici, anestetici inalatori, CO ₂ (i visoni necessitano di concentrazioni elevate, in assenza di agenti supplementari), CO, potassio cloruro in associazione ad anestesia generale	N ₂ , Ar, elettrocuzione seguita da dislocazione cervicale
Primati non umani	Barbiturici	Anestetici inalatori, CO ₂ , CO, N ₂ , Ar
Conigli	Barbiturici, anestetici inalatori, CO ₂ , CO, potassio cloruro in associazione ad anestesia generale	N ₂ , Ar, dislocazione cervicale (< 1 kg), decapitazione, proiettile captivo penetrante
Rettili	Barbiturici, anestetici inalatori (nelle specie appropriate), CO ₂ (nelle specie appropriate)	Proiettile captivo penetrante, arma da fuoco, decapitazione ed enervazione, stordimento e decapitazione

Specie	Accettabile* (vedi Appendice 2 e testo per i dettagli)	Condizionatamente accettabile† (vedi Appendice 3 e testo per i dettagli)
Roditori e altri piccoli mammiferi	Barbiturici, anestetici inalatori, CO ₂ , CO, potassio cloruro in associazione ad anestesia generale, irradiazione con microonde	Metossifluorano, etere, N ₂ , Ar, dislocazione cervicale (ratti < 200 g), decapitazione
Ruminanti	Barbiturici, potassio cloruro in associazione ad anestesia generale, proiettile captivo penetrante	Cloralio idrato (EV, dopo sedazione), arma da fuoco, elettrocuzione
Suini	Barbiturici, CO ₂ , potassio cloruro in associazione ad anestesia generale, proiettile captivo penetrante	Agenti inalatori, CO, cloralio idrato (EV, dopo sedazione), arma da fuoco, elettrocuzione, commozione cerebrale (< 3 settimane di età)
Animali da zoo	Barbiturici, anestetici inalatori, CO ₂ , CO, potassio cloruro in associazione ad anestesia generale	N ₂ , Ar, proiettile captivo penetrante, arma da fuoco
Specie selvatiche libere	Barbiturici EV o IP, anestetici inalatori, potassio cloruro in associazione ad anestesia generale	CO ₂ , CO, N ₂ , Ar, proiettile captivo penetrante, arma da fuoco, trappole mortali (scientificamente testate)

* Sono metodi accettabili quelli che producono costantemente una morte etica quando utilizzati come metodi unici di eutanasia. † Sono metodi condizionatamente accettabili quelli che, per natura della tecnica o per la maggiore possibilità di errore da parte dell'operatore o rischio per la sicurezza, possono non produrre costantemente una morte etica; oppure sono metodi non ben documentati in letteratura scientifica.

Appendice 2—Agenti e metodi di eutanasia accettabili

Agenti e metodi di eutanasia accettabili — caratteristiche e modalità d'azione (vedi testo per i dettagli)

Agente	Classificazione	Modalità d'azione	Rapidità	Difficoltà	Sicurezza per il personale	Specie idonee	Efficacia e commenti
Barbiturici	Ipossia attribuibile a depressione dei centri vitali	Depressione diretta di corteccia cerebrale, strutture subcorticali e centri vitali; depressione diretta del miocardio	Rapida insorgenza dell'anestesia	L'animale deve essere contenuto; il personale deve essere esperto nell'iniezione EV	Sicuri, eccetto il rischio di abuso umano; sostanza controllata dalla DEA	Maggior parte delle specie	Altamente efficaci quando somministrati appropriatamente; accettabili IP nei piccoli animali ed EV
Benzocaina idrocloruro	Ipossia attribuibile a depressione dei centri vitali	Depressione del SNC	Molto rapida, in relazione alla dose	Facile utilizzo	Sicura	Pesci, anfibi	Efficace ma costosa
Diossido di carbonio (solo gas in bombole)	Ipossia attribuibile a depressione dei centri vitali	Depressione diretta di corteccia cerebrale, strutture subcorticali e centri vitali; depressione diretta del miocardio	Moderatamente rapido	Utilizzabile in contenitori chiusi	Rischio minimo	Piccoli animali da laboratorio, uccelli, gatti, cani piccoli, conigli, visoni (concentrazioni elevate), animali da zoo, anfibi, pesci, alcuni rettili, suini	Efficace, ma il tempo necessario può essere maggiore negli animali immaturi o neonati
Monossido di carbonio (solo gas in bombole)	Ipossia	Si lega all'emoglobina prevenendone la combinazione con l'ossigeno	Tempo d'insorgenza d'azione moderato ma insidioso, per cui l'animale non ne è conscio	Richiede attrezzatura adeguatamente mantenuta	Estremamente rischioso, tossico e difficile da identificare	La maggior parte delle specie piccole, tra cui cani, gatti, roditori, visoni, cincillà, uccelli, rettili, anfibi, animali da zoo e conigli	Efficace; accettabile solo con attrezzatura appropriata e ben funzionante

Anestetici inalatori	Ipossia attribuibile a depressione dei centri vitali	Depressione diretta di corteccia cerebrale, strutture subcorticali e centri vitali	Insorgenza anestesia moderatamente rapida, possibile eccitazione durante l'induzione	Facile con contenitori chiusi; possono essere somministrati a grossi animali per mezzo di maschere	Devono essere adeguatamente smaltiti o ventilati per ridurre l'esposizione del personale	Alcuni anfibi, uccelli, gatti, cani, animali con pelliccia, conigli, alcuni rettili, roditori e altri piccoli mammiferi, animali da zoo, pesci, specie selvatiche libere	Molto efficaci se il soggetto è sufficientemente esposto; l'etere è condizionatamente accettabile
Irradiazione con microonde	Inattivazione di enzimi cerebrali	Inattivazione diretta di enzimi cerebrali mediante riscaldamento rapido del cervello	Molto rapida	Richiede addestramento ed attrezzatura altamente specialistica	Sicura	Topi, ratti	Molto efficace per esigenze speciali
Proiettile captivo penetrante	Danno cerebrale fisico	Concussione diretta del tessuto cerebrale	Rapido	Richiede abilità, contenimento adeguato e corretto posizionamento del proiettile.	Sicuro	Cavalli, ruminanti, suini	Perdita di coscienza istantanea ma l'attività motoria può proseguire
2-Fenossietanolo	Ipossia attribuibile a depressione dei centri vitali	Depressione del SNC	Molto rapido, in relazione alla dose	Facile utilizzo	Sicuro	Pesci	Efficace ma costoso
Potassio cloruro (solo intracardiaco o endovenoso in associazione ad anestesia generale)	Ipossia	Depressione diretta di corteccia cerebrale, strutture subcorticali e centri vitali secondaria ad arresto cardiaco	Rapido	Richiede addestramento ed attrezzatura specialistica per la teleanestesia iniettiva, e la capacità di somministrare EV il farmaco	Gli anestetici possono essere pericolosi per esposizione umana accidentale	La maggior parte delle specie	Molto efficace, può essere visibile qualche spasmo muscolare clonico

Tricaino- metano sulfonato (TMS, MS 222)	Ipossia attribuibile a depressione dei centri vitali	Depressione del SNC	Molto rapido, in relazione alla dose	Facile utilizzo	Sicuro	Pesci, anfi	Efficace ma costoso
--	--	------------------------	--	-----------------	--------	-------------	---------------------

Appendice 3—Agenti e metodi di eutanasia condizionatamente accettabili

Agenti e metodi di eutanasia condizionatamente accettabili —caratteristiche e modalità d'azione (vedi testo per i dettagli)

Agente	Classificazione	Modalità d'azione	Rapidità	Difficoltà	Sicurezza per il personale	Specie idonee	Efficacia e commenti
Commozione cerebrale	Danno cerebrale fisico	Concussione diretta del tessuto cerebrale	Rapida	Richiede abilità, contenimento adeguato e forza sufficiente	Sicura	Suinetti < 3 settimane d'età	Per essere etica ed efficace deve essere effettuata correttamente
Diossido di carbonio (solo gas in bombole)	Ipossia attribuibile a depressione dei centri vitali	Depressione diretta di corteccia cerebrale, strutture subcorticali e centri vitali; depressione diretta del miocardio	Moderatamente rapido	Utilizzato in contenitori chiusi	Rischio minimo	Primati non umani, specie selvatiche libere	Efficace ma il tempo necessario può essere prolungato negli animali immaturi o neonati
Monossido di carbonio (solo gas in bombole)	Ipossia	Si lega all'emoglobina prevenendone la combinazione con l'ossigeno	Tempo d'insorgenza d'azione moderato ma insidioso, per cui l'animale non ne è conscio	Richiede attrezzatura adeguatamente mantenuta	Estremamente rischioso, tossico e difficile da identificare	Primati non umani, specie selvatiche libere	Efficace; accettabile solo quando l'attrezzatura è adeguata e ben funzionante
Dislocazione cervicale	Ipossia dovuta a distruzione dei centri vitali	Depressione cerebrale diretta	Moderatamente rapida	Richiede addestramento ed abilità	Sicura	Pollame, uccelli, topi, ratti (< 200 g) e conigli (< 1 kg) da laboratorio	Irreversibile; possono verificarsi violente contrazioni muscolari successive
Cloradio idrato	Ipossia per depressione dei centri respiratori	Depressione cerebrale diretta	Rapido	Il personale deve essere abile a effettuare l'iniezione EV	Sicuro	Cavalli, ruminanti, suini	Gli animali dovrebbero essere sedati prima della somministrazione

Decapitazione	Ipossia dovuta a distruzione dei centri vitali	Depressione cerebrale diretta	Rapida	Richiede addestramento ed abilità	La ghigliottina comporta possibili rischi per l'operatore	Roditori da laboratorio, piccoli conigli, uccelli, alcuni pesci, anfibi e rettili (gli ultimi tre con enervazione)	Irreversibile; possono verificarsi violente contrazioni muscolari successive
Elettrocuzione	Ipossia	Depressione cerebrale diretta e fibrillazione cardiaca	Può essere rapida	Non facile da effettuare in tutte le circostanze	Rischiosa per il personale	Utilizzata soprattutto in pecore, suini, volpi visoni (con dislocazione cervicale), ruminanti, animali > 5 kg	Violente contrazioni muscolari si verificano contemporaneamente alla perdita di coscienza
Arma da fuoco	Ipossia dovuta a distruzione dei centri vitali	Concussione diretta del tessuto cerebrale	Rapida	Richiede abilità e armi da fuoco adeguate	Può essere pericolosa	Grossi animali domestici e da zoo, rettili, anfibi, animali selvatici, cetacei (< 4 metri di lunghezza)	Perdita di coscienza istantanea ma l'attività motoria può continuare
Anestetici inalatori	Ipossia dovuta a distruzione dei centri vitali	Depressione diretta di corteccia cerebrale, strutture subcorticali e centri vitali	Insorgenza anestesia moderatamente rapida, possibile eccitazione durante l'induzione	Facile con contenitori chiusi; può essere somministrata a grossi animali per mezzo di maschere	Devono essere adeguatamente smaltiti o ventilati per ridurre l'esposizione del personale; l'etere può essere esplosivo e l'esposizione può essere stressante	Primati non umani, suini; l'etere è condizionatamente accettabile per roditori e piccoli mammiferi; il metossifluorano è condizionatamente accettabile per roditori e piccoli mammiferi	Altamente efficace se il soggetto è adeguatamente esposto

Azoto, argon	Ipossia	Riducono la pressione parziale dell'ossigeno disponibile per il sangue	Rapidi	Utilizzati in camere chiuse a rapido riempimento	Sicuri se utilizzati con la ventilazione	Gatti, cani piccoli, uccelli, roditori, conigli, altre piccole specie, visoni, animali da zoo, primati non umani, specie selvatiche libere	Efficaci eccetto che nei giovani e neonati; agenti efficaci, ma sono preferibili altri metodi
Proiettile captivo penetrante	Danno cerebrale fisico	Concussione diretta del tessuto cerebrale	Rapido	Richiede abilità, contenimento adeguato e corretto posizionamento del proiettile	Sicuro	Cani, conigli, animali da zoo, rettili, anfibi, specie selvatiche libere	Perdita di coscienza istantanea ma l'attività motoria può continuare
Enervazione (pithing)	Ipossia dovuta a distruzione dei centri vitali, danno fisico cerebrale	Trauma al tessuto cerebrale e midollare	Rapido	Facile ma richiede esperienza	Sicuro	Alcune specie ectoterme	Efficace, ma la morte non è immediata se non si colpiscono cervello e midollo spinale
Compressione toracica	Ipossia e arresto cardiaco	Interferenza fisica con la funzione cardiaca e respiratoria	Moderatamente rapida	Richiede addestramento	Sicura	Uccelli liberi di dimensioni piccolo-medie	Apparentemente efficace
Macerazione	Danno cerebrale fisico	Concussione diretta del tessuto cerebrale	Rapida	Facile con l'attrezzatura appositamente prodotta e disponibile in commercio	Sicura	Solo pulcini e tacchinotti appena schiusi, uova embrionate	Efficace se l'attrezzatura è adeguata

Appendice 4— Alcuni agenti e metodi di eutanasia non accettabili

Alcuni agenti e metodi di eutanasia non accettabili (vedi testo per i dettagli)

Agente o metodo	Commenti
Embolia gassosa	Può essere accompagnata da convulsioni, opistotono e vocalizzazioni. Se utilizzata, dovrebbe essere effettuata solo con l'animale in anestesia generale
Commozione cerebrale	Inaccettabile per la maggior parte delle specie
Ustione	L'ustione termica o chimica di un animale non è un metodo accettabile di eutanasia
Cloralio idrato	Inaccettabile per cani, gatti e piccoli mammiferi
Cloroformio	Il cloroformio è notoriamente epatotossico e probabilmente carcinogeno, quindi è estremamente pericoloso per il personale
Cianuro	Il cianuro comporta un pericolo estremo per il personale e le modalità della morte sono visivamente opinabili
Decompressione	La decompressione non è accettabile per numerosi motivi: (1) Molte camere sono costruite per produrre la decompressione a velocità 15-60 volte maggiore di quella ottimale per gli animali, determinando dolore e stress attribuibili ai gas in espansione intrappolati nelle cavità corporee. (2) Gli animali immaturi tollerano l'ipossia e necessitano di periodi maggiori di decompressione prima che cessi la respirazione. (3) Può verificarsi una ri-compressione accidentale con risveglio dell'animale. (4) Nell'animale inconscio possono svilupparsi emorragie, vomito, convulsioni, minzione e defecazione, visivamente spiacevoli
Annegamento	L'annegamento non è un metodo eutanasi etico
Dissanguamento	A causa dell'ansia causata dall'estrema ipovolemia, il dissanguamento dovrebbe essere effettuato solo in animali sedati, storditi o anestetizzati
Formalina	L'immersione diretta di un animale in formalina come metodo di eutanasia è disumana
Prodotti domestici e solventi	Acetone, composti quaternari (incluso CCl ₄), lassativi, olio di garofano, dimetilchetone, prodotti dell'ammonio quaternario*, antiacidi e altri prodotti commerciali e domestici o solventi non sono agenti accettabili di eutanasia
Ipotermia	L'ipotermia non è un metodo appropriato di eutanasia

Agenti di blocco neuromuscolare (nicotina, magnesio solfato, potassio cloruro, tutti i curariformi)	Quando usati da soli, questi farmaci causano arresto respiratorio prima della perdita di coscienza, quindi l'animale può percepire dolore e stress dopo l'immobilizzazione
Congelamento rapido	Il congelamento rapido come unico metodo di eutanasia non è considerato etico. Se usato, l'animale deve essere anestetizzato prima del congelamento.
Soffocamento	Il soffocamento di pulcini e tacchinotti in sacchi o contenitori non è accettabile
Stricnina	La stricnina causa violente convulsioni e contrazioni muscolari dolorose
Stordimento	Lo stordimento può causare incoscienza in un animale, ma non è un metodo di eutanasia (fatta eccezione per gli animali neonati con cranio sottile). Se usato, deve immediatamente essere seguito da un metodo che causa la morte.
Tricaino-metano sulfonato (TMS, MS 222)	Non dovrebbe essere utilizzato per l'eutanasia degli animali destinati all'alimentazione

*Roccal D Plus, Pharmacia & Upjohn,
Kalamazoo, Michigan

BIBLIOGRAFIA

1. Andrews EJ, Bennet BT, Clark JD, et al. 1993 Report on the AVMA panel on euthanasia. *J Am Vet Med Assoc* 1993; 202: 230–247.
2. *Webster's ninth new collegiate dictionary*. Springfield: Merriam-Webster Inc, 1990.
3. Wall PD. Defining pain in animals. In: Short CE, Poznak AV, eds. *Animal pain*. New York: Churchill-Livingstone Inc, 1992; 63–79.
4. Vierck CJ, Cooper BY, Ritz LA, et al. Inference of pain sensitivity from complex behaviors of laboratory animals. In: Chapman CR, Loeser JD, eds. *Issues in pain measurement*. New York: Raven Press, 1989; 93–115.
5. Breazile JE, Kitchell RL. Euthanasia for laboratory animals. *Fed Proc* 1969; 28:1577–1579.
6. Zimmerman M. Neurobiological concepts of pain, its assessment and therapy. In: Bromm B, ed. *Pain measurement in man: neurophysiological correlates of pain*. Amsterdam: Elsevier Publishing Co, 1984; 15–35.
7. Kitchell RL, Erickson NH, Carstens E, et al, eds. *Animal pain: perception and alleviation*. Bethesda: American Physiological Society, 1983.
8. Kitchen N, Aronson AL, Bittle JL, et al. Panel report on the colloquium on recognition and alleviation of animal pain and distress. *J Am Vet Med Assoc* 1987; 191:1186–1191.
9. National Research Council. *Recognition and alleviation of pain and distress in laboratory animals*. Washington, DC: National Academy Press, 1992.
10. Breazile JE. Physiologic basis and consequences of distress in animals. *J Am Vet Med Assoc* 1987; 191:1212–1215.
11. McMillan FD. Comfort as the primary goal in veterinary medical practice. *J Am Vet Med Assoc* 1998; 212: 1370–1374.
12. Grier RL, Clovin TL. *Euthanasia guide (for animal shelters)*. Ames, Iowa: Moss Creek Publications, 1990.
13. Cooper JE, Ewbank R, Platt C, et al. *Euthanasia of amphibians and reptiles*. London: UFAW/WSPA, 1989.
14. Greyhavens T. *Handbook of pentobarbital euthanasia*. Salem, Ore: Humane Society of Willamette Valley, 1989; 1–126.
15. *Operational guide for animal care and control agencies*. Denver: American Humane Association, 1988.
16. Fowler ME, Miller RE, eds. *Zoo and wild animal medicine: current therapy 4*. Philadelphia: WB Saunders Co, 1999; 1–747.
17. Clark R, Jessup DA. *Wildlife restraint series*. Salinas, Calif: International Wildlife Veterinary Services Inc, 1992.
18. Kreeger T. *Handbook of wildlife chemical immobilization*. Laramie, Wyo: Wildlife Veterinary Services Inc, 1996.
19. Nielsen L. *Chemical immobilization of wild and exotic animals*. Ames, Iowa: Iowa State University Press, 1999.
20. McKenzie A, ed. *The capture and care manual*. South Africa: Wildlife Decision Support Services/The South African Veterinary Foundation, 1993.
21. Amass K, Nielsen L, Brunson D. *Chemical immobilization of animals*. Mount Horeb, Wis: Safe-Capture International Inc, 1999.
22. Humane slaughter regulations. *Fed Reg* 1979; 44: 68809– 68817.
23. Grandin T. Observations of cattle behavior applied to design of cattle-handling facilities. *Appl Anim Ethol* 1980; 6:19–31.
24. Grandin T. Pig behavior studies applied to slaughter-plant design. *Appl Anim Ethol* 1982; 9:141–151.

25. Grandin T. Farm animal welfare during handling, transport, and slaughter. *J Am Vet Med Assoc* 1994; 204:372–377.
26. Grandin T. Objective scoring of animal handling and stunning practices at slaughter plants. *J Am Vet Med Assoc* 1998; 212: 36–39.
27. Grandin T. Effect of animal welfare audits of slaughter plants by a major fast food company on cattle handling and slaughter practices. *J Am Vet Med Assoc* 2000; 216:848–851.
28. Tannenbaum J. Issues in companion animal practice. In: *Veterinary ethics*. Baltimore: The Williams & Wilkins Co, 1989; 208–225.
29. Rollin BE. Ethical question of the month. *Can Vet J* 1992; 33:7–8.
30. Ramsey EC, Wetzel RW. Comparison of five regimens for oral administration of medication to induce sedation in dogs prior to euthanasia. *J Am Vet Med Assoc* 1998; 213:240–242.
31. Wetzel RW, Ramsay EC. Comparison of four regimens for oral administration of medication to induce sedation in cats prior to euthanasia. *J Am Vet Med Assoc* 1998; 213:243–245.
32. Beaver BV. *Feline behavior: a guide for veterinarians*. Philadelphia: WB Saunders Co, 1992; 1–276.
33. Houpt KA. *Domestic animal behavior for veterinarians and animal scientists*. 3rd ed. Ames, Iowa: Iowa State University Press, 1998; 1–495.
34. Hart BL. *The behavior of domestic animals*. New York: WH Freeman & Co, 1985; 1–390.
35. Beaver BV. *Canine behavior: a guide for veterinarians*. Philadelphia: WB Saunders Co, 1999; 1–355.
36. Beaver BV. *The veterinarian's encyclopedia of animal behavior*. Ames, Iowa: Iowa State University Press, 1994; 1–307.
37. Schafer M. *The language of the horse: habits and forms of expression*. New York: Arco Publishing Co, 1975; 1–187.
38. Hart LA, Hart BL, Mader B. Humane euthanasia and companion animal death: caring for the animal, the client, and the veterinarian. *J Am Vet Med Assoc* 1990; 197:1292–1299.
39. Neiburg HA, Fischer A. *Pet loss, a thoughtful guide for adults and children*. New York: Harper & Row, 1982.
40. Hart LA, Mader B. Pet loss support hotline: the veterinary students' perspective. *Calif Vet* 1992; Jan-Feb: 19–22.
41. Pet loss support hotlines (grief counseling). *J Am Vet Med Assoc* 1999; 215:1804.
42. Arluke A. Coping with euthanasia: a case study of shelter culture. *J Am Vet Med Assoc* 1991; 198:1176–1180.
43. Wolfle TL. Laboratory animal technicians: their role in stress reduction and human-companion animal bonding. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 1985; 15:449–454.
44. Glass HG, Snyder FF, Webster E. The rate of decline in resistance to anoxia of rabbits, dogs, and guinea pigs from the onset of viability to adult life. *Am J Physiol* 1944; 140:609–615.
45. Booth NH. Inhalant anesthetics. In: Booth NH, McDonald LE, eds. *Veterinary pharmacology and therapeutics*. 6th ed. Ames, Iowa: Iowa State University Press, 1988; 181–211.
46. Wixson SK, Smiler KL. Anesthesia and analgesia in rodents. In: Kohn DF, Wixson SK, White WJ, et al, eds. *Anesthesia and analgesia in laboratory animals*. New York: Academic Press Inc, 1997; 165–203.
47. Knigge U, Soe-Jensen P, Jorgensen H, et al. Stress-induced release of anterior pituitary hormones: effect of H3 receptor-mediated inhibition of histaminergic activity or posterior hypothalamic lesion. *Neuroendocrin* 1999; 69:44–53.
48. Tinnikov AA. Responses of serum corticosterone and corticosteroid-binding globulin to acute and prolonged stress in the rat. *Endocrine* 1999; 11:145–150.

49. Zelena D, Klem DT, Barna I, et al. Alpha 2-adrenoreceptor subtypes regulate ACTH and beta-endorphin secretions during stress in the rat. *Psychoneuroendocrin* 1999; 24:333–343.
50. Van Herck H, Baumans V, DeBoer SF, et al. Endocrine stress response in rats subjected to singular orbital puncture while under diethyl-ether anaesthesia. *Lab Anim* 1991; 25:325–329.
51. *Humane killing of animals*. Preprint of 4th ed. South Mimms, Potters Bar, Herts, England: Universities Federation for Animal Welfare, 1988; 16–22.
52. *Occupational exposure to waste anesthetic gases and vapors*. No. 77-140. Washington, DC: Department of Health, Education, and Welfare (National Institute for Occupational Safety and Health), 1977.
53. Lecky JH, ed. *Waste anesthetic gases in operating room air: a suggested program to reduce personnel exposure*. Park Ridge, Ill: The American Society of Anesthesiologists, 1983.
54. Simonsen HB, Thordal-Christensen AA, Ockens N. Carbon monoxide and carbon dioxide euthanasia of cats: duration and animal behavior. *Br Vet J* 1981; 137:274–278.
55. Klemm WR. Carbon dioxide anesthesia in cats. *AmJ Vet Res* 1964; 25:1201–1205.
56. Leake CD, Waters RM. The anesthetic properties of carbon dioxide. *Curr Res Anesthesiol Analg* 1929; 8:17–19.
57. Mattsson JL, Stinson JM, Clark CS. Electroencephalographic power—spectral changes coincident with onset of carbon dioxide narcosis in rhesus monkey. *Am J Vet Res* 1972; 33:2043–2049.
58. Woodbury DM, Rollins LT, Gardner MD, et al. Effects of carbon dioxide on brain excitability and electrolytes. *Am J Physiol* 1958; 192:79–90.
59. Glen JB, Scott WN. Carbon dioxide euthanasia of cats. *Br Vet J* 1973; 129:471–479.
60. Blackmore DK, Newhook JC. The assessment of insensibility in sheep, calves and pigs during slaughter. In: Eikelenboom G, ed. *Stunning of animals for slaughter*. Boston: Martinus Nijhoff Publishers, 1983; 13–25.
61. Coenen AML, Drinkenburg WHIM, Hoenderken R, et al. Carbon dioxide euthanasia in rats: oxygen supplementation minimizes signs of agitation and asphyxia. *Lab Anim* 1995; 29:262–268.
62. Kohler I, Meier R, Busato A, et al. Is carbon dioxide (CO₂) a useful short acting anaesthetic for small laboratory animals? *Lab Anim* 1998; 33:155–161.
63. Hoenderken R. Electrical and carbondioxide stunning of pigs for slaughter. In: Eikelenboom G, ed. *Stunning of animals for slaughter*. Boston: Martinus Nijhoff Publishers, 1983; 59–63.
64. Gregory NG, Moss BW, Leeson RH. An assessment of carbon dioxide stunning in pigs. *Vet Rec* 1987; 121:517–518.
65. Carding AH. Mass euthanasia of dogs with carbon monoxide and/or carbon dioxide: preliminary trials. *J Small Anim Pract* 1968; 9:245–259.
66. Britt DP. The humaneness of carbon dioxide as an agent of euthanasia for laboratory rodents. In: *Euthanasia of unwanted, injured or diseased animals for educational or scientific purposes*. Potters Bar, UK: UFAW, 1987; 19–31.
67. Danneman PJ, Stein S, Walshaw SO. Humane and practical implications of using carbon dioxide mixed with oxygen for anesthesia or euthanasia of rats. *Lab Anim Sci* 1997; 47:376–385.
68. Anton F, Euchner I, Handwerker HO. Psychophysical examination of pain induced by defined CO₂ pulses applied to nasal mucosa. *Pain* 1992; 49:53–60.
69. Raj ABM, Gregory NG. Welfare implications of gas stunning pigs 1. Determination of aversion to the initial inhalation of carbon dioxide or argon. *Anim Welfare* 1995; 4:273–280.
70. Hackbarth H, Kppers N, Bohnet W. Euthanasia of rats with carbon dioxide-animal welfare aspects. *Lab Anim* 2000; 34:91–96.
71. Raj ABM, Gregory NG. Investigation into the batch stunning/killing of chickens using carbon dioxide or argon-induced hypoxia. *Res Vet Sci* 1990; 49:364–366.

72. Hughes HC. Euthanasia of laboratory animals. In: Melby EC, Altman NH, eds. *Handbook of laboratory animal science*. Vol 3. Cleveland, Ohio: CRC Press, 1976; 553–559.
73. Jaksch W. Euthanasia of day-old male chicks in the poultry industry. *Int J Stud Anim Prob* 1981; 2:203–213.
74. Kline BE, Peckham V, Hesic HE. Some aids in handling large numbers of mice. *Lab Anim Care* 1963; 13:84–90.
75. Kocula AW, Drewniak EE, Davis LL. Experimentation with in-line carbon dioxide immobilization of chickens prior to slaughter. *Poult Sci* 1961; 40:213–216.
76. Stone WS, Amiraian K, DueII C, et al. Carbon dioxide anesthetization of guinea pigs to increase yields of blood and serum. *Proc Care Panel* 1961; 11:299–303.
77. Euthanasia (carbon dioxide). In: *Report and accounts 1976/1977*. South Mimms, Potters Bar, Herts, England: Universities Federation for Animal Welfare, 1977; 13–14.
78. Hall LW. The anaesthesia and euthanasia of neonatal and juvenile dogs and cats. *Vet Rec* 1972; 90:303–306.
79. Blackshaw JK, Fenwick DC, Beattie AW, et al. The behaviour of chickens, mice and rats during euthanasia with chloroform, carbon dioxide and ether. *Lab Anim* 1988; 22:67–75.
80. Hansen NE, Creutzberg A, Simonsen HB. Euthanasia of mink (*Mustela vison*) by means of carbon dioxide (CO₂), carbon monoxide (CO) and nitrogen (N₂). *BrVet J* 1991; 147:140–146.
81. Hayward JS, Lisson PA. Carbon dioxide tolerance of rabbits and its relation to burrow fumigation. *Aust Wildl Res* 1978; 5:253–261.
82. Bereger-Sweeney J, Berger UV, Sharma M, et al. Effects of carbon dioxide-induced anesthesia on cholinergic parameters in rat brain. *Lab Anim Sci* 1994; 44:369–371.
83. Urbanski HF, Kelly SF. Sedation by exposure to gaseous carbon dioxide-oxygen mixture: application to studies involving small laboratory animal species. *Lab Anim Sci* 1991; 41:80–82.
84. Iwarsson K, Rehbinder C. A study of different euthanasia techniques in guinea pigs, rats, and mice. Animal response and postmortem findings. *Scand J Lab Anim Sci* 1993; 20:191–205.
85. Hornett TD, Haynes AP. Comparison of carbon dioxide/air mixture and nitrogen/air mixture for the euthanasia of rodents: design of a system for inhalation euthanasia. *Anim Technol* 1984; 35: 93–99.
86. Smith W, Harrap SB. Behavioral and cardiovascular responses of rats to euthanasia using carbon dioxide gas. *Lab Anim* 1997; 3 1:337–346.
87. Hewett TA, Kovacs MS, Artwohl JE, et al. A comparison of euthanasia methods in rats, using carbon dioxide in prefilled and fixed flow rate filled chambers. *Lab Anim Sci* 1993; 43:579–582.
88. Herin RA, Hall P, Fitch JW. Nitrogen inhalation as a method of euthanasia in dogs. *AmJ Vet Res* 1978; 39:989–991.
89. Noell WK, Chinn HI. Time course of failure of the visual pathway in rabbits during anoxia. *Fed Proc* 1949; 8:1 19.
90. Vinte FJ. *The humane killing of mink*. London: Universities Federation for Animal Welfare, 1957.
91. Stonehouse RW, Loew FM, Quine JP, et al. The euthanasia of dogs and cats: a statement of the humane practices committee of the Canadian Veterinary Medical Association. *Can Vet J* 1978; 19: 164–168.
92. Quine JP, Buckingham W, Strunin L. Euthanasia of small animals with nitrogen; comparison with intravenous pentobarbital. *Can Vet J* 1988; 29:724–726.
93. Raj ARM, Gregory NG, Wotton SR. Changes in the somatosensory evoked potentials and spontaneous electroencephalogram of hens during stunning in Argon-induced anoxia. *Br Vet J* 1991; 147:322–330.
94. Ramsey TL, Eilmann HJ. Carbon monoxide acute and chronic poisoning and experimental studies. *J Lab Clin Med* 1932; 17:415–427.

95. Chalifoux A, Dallaire A. Physiologic and behavioral evaluation of CO euthanasia of adult dogs. *Am J Vet Res* 1983; 44: 2412–2417.
96. Haldane J. The action of carbonic oxide in man. *J Physiol* 1895; 18:430–462.
97. Dallaire A, Chalifoux A. Premedication of dogs with ace-promazine or pentazocine before euthanasia with carbon monoxide. *Can J Comp Med* 1985; 49:171–178.
98. Lambooy E, Spanjaard W. Euthanasia of young pigs with carbon monoxide. *Vet Rec* 1980; 107:59–61.
99. Lowe-Ponsford FL, Henry JA. Clinical aspects of carbon monoxide poisoning. *Adverse Drug React Acute Poisoning Rev* 1989; 8:217–240.
100. Bloom JD. Some considerations in establishing divers' breathing gas purity standards for carbon monoxide. *Aerosp Med* 1972; 43:633–636.
101. Norman CA, Halton DM. Is carbon monoxide a workplace teratogen? A review and evaluation of the literature. *Ann Occup Hyg* 1990; 34:335–347.
102. Eechter LD. Neurotoxicity of prenatal carbon monoxide exposure. Research report. *Health Effects Inst* 1987; Vol: 3–22.
103. Wojtczak-Jaroszowa J, Kubow S. Carbon monoxide, carbon disulfide, lead and cadmium—four examples of occupational toxic agents linked to cardiovascular disease. *Med Hypotheses* 1989; 30: 141–150.
104. Noga E. *Fish disease: diagnosis and treatment*. St. Louis: CV Mosby, 1996; 1–367.
105. Stoskopf MK. Anaesthesia. In: Brown LA, ed. *Aquaculture for veterinarians: fish husbandry and medicine*. Oxford, UK: Pergamon Press, 1993; 161–167.
106. Lumb W. Euthanasia by noninhalant pharmacologic agents. *J Am Vet Med Assoc* 1974; 165:851–852.
107. Barbiturates. In: Ciganovich E, ed. *Field manual of wildlife diseases*. US Department of the Interior/US Geological Survey, Biological Resources Division, Information and Technical Report 1999-200 1.
108. Dennis MB, Dong WK, Weisbrod KA, et al. Use of captive bolt as a method of euthanasia in larger laboratory animal species. *Lab Anim Sci* 1988; 38:459–462.
109. Blackmore DK. Energy requirements for the penetration of heads of domestic stock and the development of a multiple projectile. *Vet Rec* 1985; 116:36–40.
110. Daly CC, Whittington PE. Investigation into the principal determinants of effective captive bolt stunning of sheep. *Res Vet Sci* 1989; 46:406–408.
111. Clifford DH. Preanesthesia, anesthesia, analgesia, and euthanasia. In: Fox JG, Cohen BJ, Loew FM, eds. *Laboratory animal medicine*. New York: Academic Press Inc, 1984; 528–563.
112. Australian Veterinary Association. Guidelines on humane slaughter and euthanasia. *Aust Vet J* 1987; 64:4–7.
113. Carding T. Euthanasia of dogs and cats. *Anim Reg Stud* 1977; 1:5–21.
114. Longair JA, Finley GG, Laniel M-A, et al. Guidelines for euthanasia of domestic animals by firearms. *Can Vet J* 1991; 32: 724–726.
115. Finnie JW. Neuroradiological aspects of experimental traumatic missile injury in sheep. *N Z Vet J* 1994; 42:54–57.
116. Blackmore DK, Madie P, Bowling MC, et al. The use of a shotgun for euthanasia of stranded cetaceans. *N Z Vet J* 1995; 43:158–159.
117. Blackmore DK, Bowling MC, Madie, P, et al. The use of a shotgun for emergency slaughter or euthanasia of large mature pigs. *N Z Vet J* 1995; 43:134–137.
118. Denicola AJ. Non-traditional techniques for management of overabundant deer populations. *Wildl Soc Bull* 1997; 25:496–499.

119. McAninch JB, ed. Urban deer: a manageable resource? in *Proceedings*. Symp 55th Midwest Fish Wildl Conf 1993; 1–175.
120. Finnie JW. Traumatic head injury in ruminant livestock. *Aust Vet J* 1997; 75:204–208.
121. Blackmore DK, Daly CC, Cook CJ. Electroencephalographic studies on the nape shooting of sheep. *N Z Vet J* 1995; 43:160–163.
122. *On-farm euthanasia of swine—options for the producer*. Perry, Iowa: American Association of Swine Practitioners and Des Moines, Iowa: National Pork Producers, 1997.
123. *Practical euthanasia of cattle: considerations for the producer, livestock market operator, livestock transporter, and veterinarian*. Rome, Ga: American Association of Bovine Practitioners, 1999.
124. *The emergency euthanasia of horses*. Sacramento: California Department of Food and Agriculture and Davis, Calif: University of California's Veterinary Medical Extension, 1999.
125. *The emergency euthanasia of sheep and goats*. Sacramento: California Department of Food and Agriculture and Davis, Calif: University of California's Veterinary Medical Extension, 1999.
126. Gregory NG, Wotton SB. Comparison of neck dislocation and percussion of the head on visual evoked responses in the chicken's brain. *Vet Rec* 1990; 126:570–572.
127. Vanderwolf CH, Buzak DP, Cain RK, et al. Neocortical and hippocampal electrical activity following decapitation in the rat. *Brain Res* 1988; 451:340–344.
128. Derr RF. Pain perception in decapitated rat brain. *Life Sci* 1991; 49:1399–1402.
129. Holson RR. Euthanasia by decapitation: evidence that this technique produces prompt, painless unconsciousness in laboratory rodents. *Neurotoxicol Teratol* 1992; 14:253–257.
130. Keller GL. Physical euthanasia methods. *Lab Anim* 1982; 11:20–26.
131. Feldman DB, Gupta BN. Histopathologic changes in laboratory animals resulting from various methods of euthanasia. *Lab Anim Sci* 1976; 26:218–221.
132. Mikeska JA, Klemm WR. EEG evaluation of humaneness of asphyxia and decapitation euthanasia of the laboratory rat. *Lab Anim Sci* 1975; 25:175–179.
133. Warrington R. Electrical stunning, a review of the literature. *Vet Bull* 1974; 44:617–628.
134. Lambooy E, van Voorst N. Electrocutation of pigs with notifiable diseases. *Vet Q* 1986; 8:80–82.
135. Loftsgard G, Rraathen S, Helgebostad A. Electrical stunning of mink. *Vet Rec* 1972; 91:132–134.
136. Hatch RC. Euthanatizing agents. In: Booth NH and McDonald LE, eds. *Veterinary pharmacology and therapeutics*. 6th ed. Ames, Iowa: Iowa State University Press, 1988; 1143–1148.
137. Croft PG, Hume CW. Electric stunning of sheep. *Vet Rec* 1956; 68:318–321.
138. Roberts TDM. Electrocutation cabinets. *Vet Rec* 1974; 95:241–242.
139. Roberts TDM. Cortical activity in electrocuted dogs. *Vet Rec* 1954; 66:561–567.
140. Anil MH, McKinstry JL. Reflexes and loss of sensibility following head-to-back electrical stunning in sheep. *Vet Rec* 1991; 128:106–107.
141. Stavinoha WR. Study of brain neurochemistry utilizing rapid inactivation of brain enzyme activity by heating and microwave irradiation. In: Black CL, Stavinoha WB, Marvyama Y, eds. *Microwave irradiation as a tool to study labile metabolites in tissue*. Elmsford, NY: Pergamon Press, 1983; 1–12.

142. Stavinoha WB, Frazer J, Modak AT. Microwave fixation for the study of acetylcholine metabolism. In: Jenden DJ, ed. *Cholinergic mechanisms and psychopharmacology*. New York: Plenum Publishing Corp, 1978; 169–179.
143. Ikarashi Y, Maruyama Y, Stavinoha WB. Study of the use of the microwave magnetic field for the rapid inactivation of brain enzymes. *Jpn J Pharmacol* 1984; 35:371–387.
144. Gaunt AS, Oring LW. *Guidelines to the use of wild birds in research*. Washington DC: The Ornithological Council, 1997; 1–52.
145. Federal Provincial Committee for Humane Trapping. *Final report: committee of the federal provincial wildlife conference*. Ottawa: Canadian Wildl Service, 198 1; 1–172.
146. *Agreement on international humane trapping standards*. The European Community, the Government of Canada, and the Government of the Russian Federation. Department of Foreign Affairs and International Trade, 1997; 1–32.
147. Canadian General Standards Board. *Animal (mammal) traps—mechanically powered, trigger-activated killing traps for use on land*. No. CAN/CGSB-144.1-96. Ottawa: Canadian General Standards Board, 1996; 1–36.
148. Nolan JW, Barrett MW. *Description and operation of the humane trapping research facility at the Alberta Environmental Centre, AECV90-R3*. Vegreville, AB: Alberta Environmental Centre, 1990.