



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
Dip. di Medicina Animale, Produzioni e Salute
Corso di laurea magistrale a ciclo unico in
MEDICINA VETERINARIA

**STUDIO RETROSPETTIVO SULL'IMMOBILIZZAZIONE CHIMICA
NELL'ORSO BRUNO MARSICANO (*URSUS ARCTOS MARSICANUS*):
L'ESPERIENZA DEL PARCO NAZIONALE D'ABRUZZO, LAZIO E
MOLISE**

Relatore

Dott.ssa De Benedictis Giulia Maria

Correlatori

Dott. Gentile Leonardo

Dott.ssa Fraquelli Cristina

Laureanda
Elisa Tubiana
Matricola n.
592823/MV

ANNO ACCADEMICO

2013 - 2014

INDICE

Abstract	5
Capitolo 1 – Biologia dell’Orso Bruno	7
Capitolo 2 – Orsi confidenti e problematici: definizioni, piani d’azione e di gestione	26
Capitolo 3 – Considerazioni generali sull’immobilizzazione chimica dell’orso e sulle metodiche di cattura	35
Capitolo 4 – Anestetici di uso comune nel campo dell’anestesiologia degli ursidi	53
Capitolo 5 – Principali complicazioni nel corso di una cattura	60
Capitolo 6 - Obiettivi.....	71
Capitolo 7 – Materiali e Metodi.....	72
Capitolo 8 – Risultati e Discussione.....	79
Capitolo 9 - Conclusioni.....	97
Bibliografia.....	100
Sitografia	108
Ringraziamenti	109

Abstract

From 1990 to 2013, 235 chemical immobilizations on brown bears (*Ursus arctos*) were recorded in the Abruzzo, Lazio and Molise National Park. One hundred seventy one of 235 immobilizations were conducted on Marsican Brown Bears (*Ursus arctos marsicanus*), an Italian subspecies of the European Brown Bear. We analyzed the body weight of all the bears divided between ages and sex, and we found out that the mean female's body weight was significantly less than the mean male's body weight. Moreover, there was a higher variability in the body weight between the males, which increases more from the sub adult age (2-3 years). On the contrary, the female's body weight progressively increases with the age. Chemical immobilizations were divided into two groups: 88 captures in captivity and 83 free ranging captures. We also analyzed the body weight and living condition relationship and we discovered that both for females and males the average body weight in captivity is higher than the average body weight in natural condition. Then we divided the 83 free ranging capture on the basis of the period of the year (after hibernation, mating period, intermediate period, before hibernation) to study the average body weight of males and females in different seasons. There is a high body weight variability during the year: the males weight less during the mating season but put on weight before the hibernation while females grow in weight constantly during the year.

To have general values for the rectal temperature in the Marsican Brown Bear, we consider the rectal temperature in the first fifteen minutes of immobilization from the free ranging bears capture with the Aldrich snare and with the medetomidine and ketamine protocol. We registered an higher rectal temperature for the young bears (< 2 years) and a lower rectal temperature for the mature bears (> 12 years). Moreover we used a Pearson's correlation to see if the rectal temperature was correlated with the level of stress and we found a positive correlation. Finally we divided the sample into two groups with different doses of ketamine and medetomidine (low and high) to see if the physiological parameters would change. The induction period (minutes from the shot to bear's fall) didn't change between the two groups. There was a difference between high and low doses of medetomidine/ketamine administered, but only at certain intervals of time. No difference were found for respiratory rate, oxygen saturation percentage and rectal temperature. Because of the single variability and the amount of factors influencing this values, more researches are needed to point out the real medetomidine and ketamine effect on physiologic parameters.

Capitolo 1 – Biologia dell’Orso Bruno

1.1 – Caratteristiche tassonomiche, distribuzione geografica e morfologia

L’orso bruno (*Ursus arctos*) appartiene alla classe dei Mammiferi, ordine dei Carnivori, famiglia degli Ursidi. Sembra esistano circa 90 sottospecie, anche se recenti analisi del DNA hanno identificato non più di cinque cladi diverse (*U.S. Fish and Wildlife, 2006*). Le analisi del DNA hanno recentemente rivelato che le sottospecie identificate di orso bruno, sia eurasiatiche che nordamericane, sono geneticamente quasi omogenee, e che la loro filogeografia non corrisponde alla loro tassonomia tradizionale. Le sottospecie di orso bruno che sono state classificate sono le seguenti: una di queste (chiamata clade I da Waits *et al.*, quella identificata come *U. a. sitkensis* da Hall e *U. a. dalli* da Kurtèn) sembra essere più strettamente imparentata con l’orso polare che con altri orsi bruni (Waits *et al.*, 1998).

Secondo la tassonomia classica si distinguono:

- *Ursus arctos arctos* – orso bruno eurasiatico
- *Ursus arctos beringianus* – orso bruno della Kamchaktka; penisola di Kamchaktka e isola di Paramushir
- *Ursus arctos collaris* - orso bruno siberiano; Siberia, Mongolia settentrionale, Xinjiang e Kazakistan
- *Ursus arctos crowtheri* – orso dell’Atlante (estinto)
- *Ursus arctos formicarius* – orso carpatico
- *Ursus arctos gobiensis* – orso del Gobi; Mongolia
- *Ursus arctos horribilis* – orso grizzly; Canada e Stati Uniti
- *Ursus arctos isabellinus* – orso bruno himalayano; Nepal, Pakistan e India settentrionale
- *Ursus arctos lasiotus* – orso bruno dell’Amur (o “orso bruno dell’Ussuri”, “grizzly nero” o “orso cavallo”) Russia, Cina, Giappone
- *Ursus arctos marsicanus* – orso bruno marsicano; Italia centrale
- *Ursus arctos meridionalis* – Caucaso settentrionale
- *Ursus arctos middendorffi* – orso kodiak (o “orso bruno costiero dell’Alaska”); isole di Kodiak e altre isole dell’Alaska
- *Ursus arctos nelsoni* – orso grizzly messicano (estinto)
- *Ursus arctos ognevi* – ad est del fiume Kolyma
- *Ursus arctos piscator* – orso di Bergman (estinto)

- *Ursus arctos pruinosus* – orso azzurro tibetano; Cina occidentale
- *Ursus arctos syriacus* – orso bruno siriano; Medio Oriente
- *Ursus arctos yesoensis* – orso bruno di Hokkaidō; Giappone

L'orso bruno è un animale di grandi dimensioni (può arrivare a pesare dai 100 ai 700 kg) diffuso in gran parte dell'Eurasia settentrionale e del Nordamerica. Nonostante l'areale dell'orso bruno si sia ristretto e in alcuni luoghi si sia addirittura estinto, con una popolazione totale di circa 200.000 esemplari, continua ad essere valutato a livello internazionale come una specie a basso rischio. I paesi che comprendono la maggior parte del suo areale sono la Russia (120.000 esemplari), gli Stati Uniti (32.000 esemplari) e il Canada (21.750 esemplari) (*Bear Specialist Group, 1996*).

In Europa si stima vi siano 14.000 orsi bruni suddivisi in dieci popolazioni frammentate, dalla Spagna ad ovest, fino alla Russia ad est e dalla Scandinavia a nord fino alla Romania e alla Bulgaria a sud. Sono invece estinti nelle isole britanniche, estremamente minacciati in Francia e in Spagna e in pericolo nella maggior parte dell'Europa centrale. La popolazione carpatica di orso bruno è la più numerosa d'Europa, esclusa la Russia, e si stima che comprenda tra i 4500 e i 5000 orsi. La popolazione di orsi bruni della catena montuosa dei Pirenei, da Francia a Spagna, è molto bassa (14-18 esemplari quasi tutti maschi) e nel 2006 un piano di ripopolamento ha avviato il rilascio di esemplari provenienti dalla Slovenia non senza le proteste degli allevatori francesi. L'orso bruno è una specie protetta europea ed è quindi protetto in tutta l'Unione Europea; è inoltre l'animale nazionale della Finlandia e della Slovenia.

In Italia si ha la presenza di due diverse sottopopolazioni, quella Alpina e quella degli Appennini centrali. Nelle Alpi centrali la popolazione consiste circa di 26-30 individui, frutto di progetti di reintroduzione operati negli ultimi anni, mentre nelle Alpi orientali si assiste ad un continuo scambio di soggetti provenienti dalle zone Dinarico-Balcaniche adiacenti (*PACOBACE, 2007*). Nella regione dell'arco alpino, la presenza dell'orso è stata citata in numerosi documenti storici fin dal 1600; tuttavia il plantigrado è da sempre oggetto di persecuzione da parte di bracconieri. Gli abbattimenti sistematici, uniti al progressivo disboscamento delle zone montane e a forti elementi di disturbo quali l'ingrandimento dei centri abitati montani, ha portato a un calo drastico della popolazione alpina di orsi. A metà del 1900 l'animale era pressoché estinto su tutte le Alpi ad eccezione del piccolo nucleo trentino. All'epoca era infatti presente un'unica popolazione di orsi, ridotta a non più di 2-3 individui relegati nelle Dolomiti del Brenta, che aveva superato la soglia dell'estinzione e per cui una ripresa naturale era considerata assolutamente improbabile. In questo contesto, nel 1996 ha preso avvio, mediante finanziamenti

Life dell'Unione Europea, il “Progetto Life Ursus – tutela della popolazione di orso bruno del Brenta” promosso dal Parco Naturale dell'Adamello-Brenta, in collaborazione con la Provincia Autonoma di Trento e con l'Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica. Il progetto prevedeva la reintroduzione di 10 esemplari, prevalentemente femmine, provenienti dalla Slovenia. Attualmente il nucleo delle Alpi centrali, grazie alle reintroduzioni di soggetti avvenute dal 1999 al 2002 è considerato “vitale”, si sono cioè registrate delle nascite con un'espansione sia numerica della popolazione (circa 25 individui nel 2007, una trentina nel 2010, grazie a 13 eventi riproduttivi accertati tra il 2002 e il 2007) che territoriale. Recenti avvistamenti risalenti al 2005, al 2008 e all'aprile 2010 sono avvenuti in Vallarsa, sull'Altopiano di Asiago, 7 comuni in provincia di Vicenza, in provincia di Bergamo, a Magasa, Val Vestino e Tremosine in provincia di Brescia e stanno a indicare un'espansione territoriale di caccia del plantigrado (*Voce del Popolo online, 2010*). Nelle Alpi centrali la popolazione consiste circa di 26-30 individui, frutto di progetti di reintroduzione operati negli ultimi anni, mentre nelle Alpi orientali si assiste ad un continuo scambio di soggetti provenienti dalle zone Dinarico-Balcaniche adiacenti (*PACOBACE, 2007*). Diversa è la situazione per la piccola popolazione delle Alpi orientali, dove non sono mai state registrate nascite fino al 2007 (anno di stesura del “Piano d'Azione interregionale per la conservazione dell'Orso bruno nelle Alpi Centro-orientali) e pertanto non viene considerata significativa.

Dagli anni settanta inoltre è stato segnalato l'arrivo di orsi in Friuli Venezia Giulia dalla vicina Slovenia. Pare si tratti principalmente di individui maschi erranti in numero variabile tra 5 e 15 esemplari. Le zone più frequentate sono la Catena Carnica principale, il Tarvisiano e le Prealpi Giulie lungo il confine Sloveno. Ultime tracce in val Saisera nell'ottobre 2011, dove un orso ha distrutto una baita in cui vi erano delle arnie, facendo razzia di miele. Negli ultimi anni alcuni orsi si sono spinti fino ai confini con il Cadore.

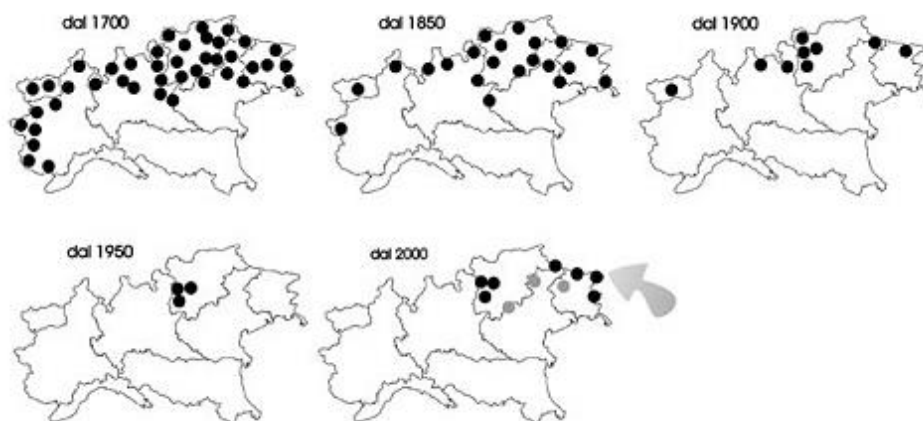


Fig. 1.1 – Variazioni della popolazione ursina nell'arco alpino (www.orso.provincia.tn.it)

La piccola popolazione presente negli Appennini centrali è stata distinta tassonomicamente (*Ursus arctos marsicanus*) nel 1921 dal naturalista e zoologo molisano Giuseppe Altobello, sulla base dell'isolamento fisico dall'orso bruno alpino durato 400-600 anni che ha portato al differenziamento sia genetico (Randi et al., 1994; Lorenzini et al., 2004a) che morfologico (Bologna e Vigna, 1992; Vigna Taglianti, 2003; Loy et al., 2008) dal resto degli orsi italiani e europei. Dal 2003 l'esistenza di questa sottospecie è stata formalizzata e pubblicata sul volume 38 della Fauna d'Italia ed è stata confermata dalle ricerche e dalle pubblicazioni successive (Vigna Taglianti, 2003). Questa distinzione è molto importante dal punto di vista conservazionistico: il nucleo presente in centro Italia è stato stimato essere di 43 individui, con un margine di incertezza statistica che varia tra 35 e 67 orsi (Gervasi et al., 2008). L'esigua consistenza numerica è dovuta ai medesimi processi di bracconaggio, disturbo antropico e modifica degli areali di frequentazione descritti per le regioni del Nord Italia, con la differenza che per l'orso marsicano non è possibile un flusso genetico con popolazioni adiacenti al fine di mantenere la differenza tra le due sottospecie.

La specie, un tempo diffusa in tutta la zona ad est degli Appennini dalle Marche alla Puglia, attualmente è confinata in una ristretta porzione degli Appennini centrali, con particolare riferimento all'area del Parco Nazionale d'Abruzzo, Lazio e Molise. Nonostante gli sforzi sia finanziari che umani compiuti negli ultimi decenni risulta sempre a rischio di estinzione, in virtù sia del numero sia del basso tasso riproduttivo. La metà circa della popolazione totale vive in Abruzzo, nella subregione della Marsica. In particolare, la presenza di questo plantigrado è stabile, oltre che nel Parco d'Abruzzo (del quale rappresenta il simbolo), anche nella Majella, nel Sirente-Velino e nel Gran Sasso, pur non essendo sporadici gli avvistamenti nell'alto Molise, nei Monti del Reatino (Lazio) e nei Monti Sibillini (Marche-Umbria), dove la specie potrebbe essersi irradiata (Spagnesi e De Marinis, 2002).



Fig. 1.2 - Areale approssimativo dell'Orso bruno marsicano e distribuzione delle principali aree protette (Ciucci e Boitani, 2008)



Fig. 1.3 – Distribuzione numerica delle popolazioni in Itali (dati e immagine presi da www.orso.provincia.tn.it)

Morfologicamente, l'orso bruno possiede caratteristiche differenti in relazione alla zona d'appartenenza. Gli esemplari maschi della sottospecie marsicana raggiungono un peso di 100 – 150 kg (mentre invece gli orsi bruni che vivono nelle regioni alpine possono arrivare anche a 200 kg di peso) e raggiungono in posizione eretta un'altezza di 1,50-1,80, mentre le femmine sono solitamente del 25% più piccole sia in termini di dimensioni che di peso (*l'orso bruno marsicano*, descrizione sul sito ufficiale del Parco nazionale d'Abruzzo, Lazio e Molise). Queste misure rendono l'orso bruno marsicano uno dei mammiferi carnivori più grandi d'Italia, sicuramente il più grande della parte centro-meridionale del Paese, mentre rispetto alle altre sottospecie di orso bruno (anche alla sottospecie nominale, che vive in Triveneto e alla quale spetta il titolo di carnivoro più grande d'Italia) ha dimensioni relativamente contenute.

La regione geografica di appartenenza può influire anche sul colore del mantello che può assumere varie tonalità dal bruno-nero al marrone-rossastro con la presenza sporadica di qualche soggetto color crema.

L'orso ha una struttura imponente e possiede un capo largo e massiccio, orecchie corte e arrotondate, occhi piccoli, un dorso tozzo, una coda corta e appena visibile e quattro zampe possenti. L'orso marsicano presenta una corporatura abbastanza tozza e tarchiata, anche se più slanciata rispetto a quella delle altre sottospecie di orso bruno di maggiori dimensioni. La testa è grande e tondeggiante, con muso cilindrico e piuttosto schiacciato dotato di un grosso tartufo nerastro. Mentre nelle femmine e nei giovani il cranio è simile a quello delle altre popolazioni euro-asiatiche, nei maschi il capo è corto, allargato, alto con una cresta marcata ed il muso corto. Il pelo è bruno-fulvo uniforme su tutto il corpo, con tendenza all'incurimento sulla parte distale degli arti, i quali sono grossi e forti. Gli occhi sono piccoli e di color nocciola, mentre le orecchie sono anch'esse piccole e di

forma arrotondata, poste leggermente ai lati del cranio. La coda è ridotta a un moncherino di meno di 10 cm.

Gli orsi bruni hanno una grossa gobba di muscolo sulle spalle che li distingue dalle altre specie. Gli arti anteriori terminano con zampe munite di artigli lunghi fino a 15 cm che vengono utilizzati soprattutto per scavare. Gli artigli dell'orso bruno non sono retrattili e hanno punte relativamente smussate. Le orme, che si possono rinvenire come indice di presenza, hanno una lunghezza che va dai 10 ai 15 cm. Caratteristica peculiare di questo mammifero è il suo essere plantigrado, cioè in grado di appoggiare l'intera pianta del piede sul suolo durante i suoi spostamenti, i quali solitamente avvengono al passo ma non infrequentemente sono al trotto raggiungendo velocità considerevoli fino anche a 45 km/h. Possono inoltre stare ritti sulle zampe posteriori per periodi di tempo abbastanza lunghi.

L'orso bruno è un animale prevalentemente notturno e solitario, sebbene nei luoghi dove c'è maggiore disponibilità di cibo possano riunirsi molti esemplari, i quali formano delle gerarchie sociali in base all'età e alle dimensioni.

Se le condizioni sono favorevoli, l'orso può vivere fino a 35 – 40 anni e anche in natura la speranza di vita di questi animali supera facilmente i 20 anni di età.

1.2 – Abitudini alimentari e Letargo

Nonostante la sua appartenenza all'ordine dei Carnivori, sarebbe più appropriato definire l'orso un onnivoro. Questo animale possiede infatti dei canini massicci ma poco appuntiti e un apparato digerente modificato rispetto a quello dei carnivori che gli consente, grazie alla maggiore lunghezza, di ricavare maggiore energia dalla digestione dei vegetali, anche se questo processo rispetto a quello degli erbivori non è altrettanto efficiente. Gli orsi si nutrono di una vasta gamma di prodotti vegetali, come bacche, radici, germogli e funghi, faggiola, ghianda, ramno, frutta selvatica, così come di animali, come pesci, insetti e piccoli mammiferi. Nonostante la loro reputazione, la maggior parte degli orsi bruni non è particolarmente carnivora e fino al 90% della loro alimentazione è composta da materia vegetale e la loro dieta varia enormemente a seconda dell'areale.

Gli orsi bruni sono molto forti: un grosso esemplare può spezzare il collo o la spina dorsale di un bisonte adulto con una singola zampata, e predano occasionalmente cervi, caprioli o altri mammiferi. Quando gli orsi bruni attaccano questi animali, tendono a scegliere i giovani, dal momento che sono più facili da catturare. Si nutrono anche di carogne e sfruttano le proprie dimensioni per

intimidire altri predatori, come lupi, puma, orsi più piccoli e tigri, allontanandoli dalle loro prede.

Gli alimenti ingeriti variano molto durante i diversi periodi dell'anno. Appena uscito dal letargo, l'orso si trova in una situazione di carenza alimentare che lo porta ad un'ulteriore perdita di peso nel periodo immediatamente successivo al risveglio in quanto può alimentarsi solo di piante erbacee e carcasse di animali che non sono riusciti a passare l'inverno. Durante la stagione estiva e autunnale, al contrario, si assiste al fenomeno dell'iperfagia, attraverso il quale l'orso guadagna fino mezzo chilo in peso al giorno arrivando a ingerire fino a 15 kg di cibo giornalmente. In questo periodo la sua dieta è costituita da insetti, frutta, semi e radici. Proprio a causa della non ottimale efficienza di conversione del cibo vegetale in energia, questo animale è costretto a nutrirsi con elevate quantità di cibo e ciò lo porta a spendere molto tempo nella ricerca di alimenti. Occasionalmente e strettamente associate a particolari condizioni, si può assistere alla predazione di piccoli animali domestici, distruzione di alveari o alimentazione con rifiuti domestici. In paesi quali la Romania, le discariche fungono da punto di foraggiamento collettivo per gli orsi, che in questo caso stabiliscono una gerarchia bene definita per la priorità di accesso all'alimento.

Durante la stagione invernale, l'orso va incontro a un processo fisiologico simile al letargo, durante il quale la temperatura diminuisce di 7 – 8 °C e respirazione e battito cardiaco rallentano notevolmente. In realtà non si può parlare di un vero e proprio letargo in quanto si tratta di un sonno discontinuo, gli animali restano molto reattivi agli stimoli esterni e alcuni possono anche uscire dalla caverna per riposare nelle vicinanze. Inoltre il letargo non è una regola rigida e alcuni esemplari maschi possono anche non andarci, limitandosi a ridurre gli spostamenti durante la stagione invernale. In ambiente alpino i siti per lo svernamento possono essere costituiti sia da cavità naturali nelle rocce, sia da tane scavate nel terreno o sotto le radici degli alberi; durante questo periodo il grasso rappresenta l'unica riserva energetica e funge altresì da isolante termico. Le femmine con piccoli sono solite prolungare l'ibernazione, anticipandola in autunno e posticipandola in primavera, e le femmine gravide partoriscono durante lo svernamento.

1.3 – Comportamento riproduttivo e dispersione dei maschi

Il periodo riproduttivo dell'orso si concentra nei mesi di maggio e giugno, durante i quali i maschi possono percorrere anche distanze considerevoli alla ricerca di una femmina con cui accoppiarsi, basandosi principalmente su stimoli olfattivi (l'olfatto, come l'udito, in questa specie è infatti acutissimo). L'orso è una specie a

basso tasso riproduttivo: gli animali impiegano 3-5 anni per diventare sessualmente maturi e le femmine divengono sessualmente mature dopo il terzo anno di età, ma è raro che si accoppino ai primi calori. Le femmine partoriscono a intervalli di circa 2 anni e accudiranno i piccoli per 2-3 anni, sicché la distanza fra un parto e l'altro è in media di 4 anni, tuttavia durante la stagione riproduttiva sono in grado di accoppiarsi con più individui e partorire piccoli di padri diversi nella stessa cucciolata. Essendo periodicamente monogami, gli orsi bruni rimangono con lo stesso partner per un periodo che varia da pochi giorni fino ad un paio di settimane. Tramite il processo dell'impianto ritardato, l'ovulo fecondato di una femmina si divide e vaga libero nell'utero per sei mesi. Durante il letargo invernale, il feto aderisce alla parete uterina e i cuccioli nasceranno dopo un periodo di otto settimane, mentre la madre sta dormendo. Se la madre non ha accumulato abbastanza grasso per sopravvivere nel corso dell'inverno, l'embrione non si impianta e viene riassorbito dal corpo. Al parto, dopo una gestazione di circa 6 mesi, nascono 1-3 cuccioli; le dimensioni di una cucciolata dipendono da un certo numero di fattori, come l'età della madre, la distribuzione geografica e la disponibilità di cibo. Le femmine più vecchie tendono a mettere alla luce cucciolate più numerose. I piccoli sono ciechi, privi di denti e glabri, e alla nascita pesano meno di 500 grammi. I cuccioli vengono accuditi dalla madre, che li difende dai pericoli dimostrando enorme coraggio (una femmina con cuccioli diviene infatti assai pericolosa anche per l'uomo, in quanto molto aggressiva) e vengono nutriti con il latte della madre molto ricco in lipidi, per essere poi svezzati in primavera o in estate a seconda delle condizioni climatiche. I cuccioli, che in questo periodo pesano tra i 6, 8 e i 9 chilogrammi, sono abbastanza sviluppati da seguire la madre e iniziare a nutrirsi di cibo solido. Rimangono con lei tra i due e i quattro anni, durante i quali apprendono varie tecniche di sopravvivenza, come imparare quali sono i cibi che hanno valori nutrizionali più elevati e dove trovarli, come cacciare, come pescare, come difendersi e dove andare in letargo. Gli orsetti imparano seguendo e imitando le azioni della madre durante il periodo in cui rimangono con lei. Gli orsi bruni praticano inoltre l'infanticidio: un maschio adulto può uccidere i cuccioli di un altro orso per rendere la femmina sessualmente ricettiva, per questo motivo i piccoli si arrampicano sopra un albero non appena avvistano un maschio adulto. All'età di un anno possono già pesare 30-40 kg e si possono distinguere per la presenza di un collare o delle macchie bianche ai lati del collo. Tuttavia durante il primo anno di vita la mortalità dei piccoli è molto elevata, nonostante le attente cure della madre.

Una volta allontanatisi dalla madre, i soggetti maschi si disperdono percorrendo distanze elevate per poi spesso ritornare al territorio di origine. Si inserisce in questo contesto la definizione di "popolazione stabile" e "maschi in dispersione". Secondo definizione, una popolazione è stabile quando frequenta i medesimi siti

nei vari periodi dell'anno, per periodi di tempo prolungati, mentre i maschi in dispersione frequenterebbero solo occasionalmente determinati areali per esigenze particolari quali alimentazione e riproduzione. Tuttavia questa condizione è propedeutica ad un processo di ritorno stabile e permette alle popolazioni umane di riabituarsi gradualmente alla condizione di convivenza con il plantigrado. Si può parlare di popolazione stabile di orsi in Alto-Adige e in Abruzzo, mentre in Trentino e Friuli la situazione al momento sembra essere quella di individui maschi in dispersione.

Diversa è la situazione nel Parco Nazionale d'Abruzzo, Lazio e Molise che ospita nel suo territorio e in quelli limitrofi una popolazione ancora stabile ma le cui dinamiche di crescita/decremento sono oggi in fase di studio molto accurata. Il territorio protetto è formato da 40.000 ettari di terreno che possono ospitare e sfamare unicamente un certo numero di individui. Nell'ultimo decennio si è assistito all'incremento di cervi e caprioli reintrodotti, i quali costituiscono un'ottima fonte di cibo alternativo che porterebbe l'orso ad assalire sempre meno il bestiame domestico.



Fig. 1.4 – Distribuzione geografica dei quattro parchi abruzzesi ospitanti l'orso (da www.bikeinsideteam.it/files/image/mappa_Abruzzo_parchi.jpg)

Il Parco Nazionale d'Abruzzo, Lazio e Molise è il territorio che ospita il maggior numero di esemplari, tuttavia non è l'unico. Anche il Parco della Majella è una zona stabile per alcuni individui e pertanto si impegna in progetti di ricerca per la conservazione dell'orso marsicano, che si attuano principalmente attraverso il monitoraggio genetico non invasivo del materiale biologico rinvenuto

nell'ambiente di frequentazione. Vengono applicate inoltre numerose misure di tutela dell'orso quali la chiusura delle strade maggiormente utilizzate dai plantigradi e una gestione forestale mirata al miglioramento delle risorse alimentari e dei siti per la riproduzione. Anche nel Parco della Majella molta attenzione è posta all'attività divulgativa, denominatore comune tra tutti e quattro i parchi abruzzesi.

Il Parco del Sirente-Velino ha avviato un progetto specifico denominato "Salviamo l'orso", il quale ha preso vita all'interno del più ampio "Life Natura". Con questo progetto vengono delineati molto chiaramente i punti di forza e debolezza dei quattro parchi: si rimarca l'importanza di estendere gli areali di frequentazione dell'orso, limitare il conflitto con le attività antropiche e ridurre il disturbo operato dall'uomo. Tra i punti deboli di tutto il sistema si annoverano principalmente la scarsità della banca dati esistente sull'orso marsicano e la difficoltà di comunicazione tra gli individui dispersi nei quattro parchi: la presenza di abitati antropici, strade a scorrimento veloce e conformazione naturale del territorio rende difficile il flusso genetico tra i vari esemplari, diminuendo ulteriormente le probabilità di sfuggire all'estinzione.

Peculiare è il progetto di ricerca svolto principalmente all'interno del Parco nazionale del Gran Sasso: si tratta del "Life Antidoto", che si pone come obiettivo quello di studiare e sviluppare delle strategie contro l'uso illegale di veleni, problema molto sentito a livello Europeo. L'uso illegale di sostanze tossiche colpisce molte specie animali, ma è particolarmente pericoloso per le specie a rischio di estinzione, tra le quali l'orso bruno marsicano. Tra le varie azioni proposte dal progetto vi è quella della costituzione di Nuclei Cinofili Antiveleno.

La situazione dell'orso bruno in Italia:

	NORD, ALPI	CENTRO, APPENNINI
XV secolo		i primi scritti che menzionano gli orsi nella regione abruzzese
16 luglio 1514		il consiglio di Castelsantangelo sul Nera, in onore di Giovanni Maria Varano, delibera una caccia all'orso
1654		statuti comunali di Bolognola prevedono un compenso di tre scudi a chi uccide un orso
1921		primo studio di carattere pseudo scientifico sull'orso di queste terre nel quale si evidenzierà la distinzione tra <i>Ursus arctos</i> e <i>Ursus arctos marsicanus</i> ad opera di Giuseppe Altobello

1922		inaugurazione ufficiale del Parco Nazionale d'Abruzzo e, nell'anno seguente (1923), il Regio Decreto che ne sanciva l'istituzione
1939	Orso bruno dichiarato protetto in Italia	
1999-2002	un gruppo di 10 orsi, 3 maschi e 7 femmine, provenienti dalla Slovenia sono introdotti in Trentino (Progetto Life Ursus)	
2007		Parco d'Abruzzo: muoiono avvelenati tre orsi, tra i quali l'orso Bernardo
2011		orsa con tre piccoli investita da un'auto
2012		censiti in totale 11 nuovi cuccioli di orso marsicano
2013	<p>Trentino: muore orso M2 di 7 anni che aveva creato danni a bovini ed equini. Friuli: stimata la presenza di 11 orsi, tutti maschi, provenienti dalla Slovenia. Veneto: avvistato orso vagante. Lombardia: stimata la presenza di 9 orsi di cui 6 maschi e una femmina con 3 piccoli.</p> <p>In tutto il nord Italia ci sono 40 esemplari circa. Per allontanare gli orsi troppo confidenti verso l'uomo si utilizzano cani, petardi o proiettili di gomma che li spaventano.</p> <p>Negli ultimi 100 anni non si registrano vittime umane di orso sulle Alpi.</p>	<p>Abruzzo: dalla relazione sulla conta delle femmine con piccoli dell'estate 2013 sono stati conteggiati solo 5 piccoli appartenenti a 3 orse differenti (2+2+1). Nel corso dell'anno due orsi sono morti investiti da automobili: un maschio di 3 anni (autostrada Roma-L'Aquila, 25/4/13) e una femmina di circa 4 anni (Villalago, 23/10/13). L'associazione "Salviamo l'orso" ha chiamato in causa in tribunale la società Strada dei Parchi S.p.A. Con l'iniziativa "Campo Orso" volontari del WWF hanno piantato nuovi frutteti in zone abitate dal plantigrado. Nel Parco d'Abruzzo un altro orso, l'orso Stefano è stato ucciso a fucilate e in altre occasioni sono state rinvenute delle polpette avvelenate. Inoltre è stato trovato morto un orso di circa due anni per sospetto avvelenamento (Villavallelonga, Bosco della Difesa, 7/10/2013). L'Ente Parco si oppone comunque a progetti di riproduzione in cattività per aumentare la popolazione. Tra gli orsi poco riservati spicca l'orsa Gemma che, prima del letargo, si nutre di conigli e galline nei pollai presso Scanno e distrugge diversi orsi</p>

		<p>entrando anche nei paesi. Nel Parco della Majella è stata filmata una coppia di orsi in corteggiamento.</p> <p>Lazio: a Sora (FR) è stato avvistato un orso probabilmente in dispersione dal Parco d'Abruzzo. Lo stesso che probabilmente ha creato danni agli allevatori della zona nutrendosi di oche, pecore, conigli e attaccando tre cavalli.</p>
--	--	---

Tab. 1.1 – Tratta e modificata da www.astolinto.it/SchedeVM/OrsoB.php e Progetto Life ARCTOS – Azione E3E, Tosoni TA, Boitani L, Latini R, Sulli C, Ciucci P, *Conta cumulativa delle unità familiari di orso bruno marsicano per la stima della produttività della popolazione: estate 2013*

1.4 – Ambiente

La ricomparsa dell'orso nelle zone alpine è dovuta al progressivo abbandono delle montagne da parte dell'uomo, che ha portato ad un ristabilirsi di condizioni naturali più favorevoli al ritorno di questo grande plantigrado. La scomparsa dell'unico predatore naturale, cioè l'uomo, associata alla versatilità alimentare di questa specie, ha portato a una frequentazione sempre più assidua di zone in cui fino a vent'anni fa sarebbe stato impensabile il ritorno dell'orso. Tutto ciò, unito ai crescenti sforzi da parte della Comunità Europea di reintroduzione e ripopolamento, ha portato all'attuale situazione alpina di una popolazione che, seppur esigua, è abbastanza costante negli anni.

Diversa invece è la situazione dell'Orso Marsicano il quale, pur subendo atti di bracconaggio, è sempre stato protetto e salvaguardato. Nonostante si stia assistendo ad un calo progressivo della popolazione essa non si è mai estinta del tutto, grazie alla diversa gestione faunistica più sensibile e meglio organizzata per la convivenza con questo mammifero.

L'orso è una specie strettamente legata all'ambiente forestale. L'*habitat* dell'orso bruno marsicano è teoricamente abbastanza variabile: si adatta infatti a una varietà di ambienti diversi, sebbene legati alle immediate vicinanze a una copertura boschiva. In Abruzzo possiede le sue tane nei boschi di faggio, dalle quali in estate si spinge fino al limite superiore della vegetazione arborea dove sono presenti le praterie che vedono crescere il pino mugo e il ginepro. A causa della presenza umana, tuttavia, questi animali si sono rifugiati in aree via via sempre più impervie e con elevata copertura boschiva. Pare che durante l'estate si spostino verso aree a quota maggiore con copertura prativa e cespugliosa, mentre durante l'inverno prediligano aree rocciose, possibilmente lontane da qualsiasi tipo di attività umana. Durante la stagione autunnale invece scende a valle dove può alimentarsi più facilmente. Anche nelle Alpi tende a stabilirsi nelle zone boschive più tranquille,

in densità molto basse (2-3 adulti ogni 100 km²). I vari esemplari sono solitari e piuttosto territoriali: ciascun orso delimita un proprio territorio che si estende dai 10 ai 200 km², a seconda della disponibilità di cibo al suo interno. Gli *home range* di questa specie sono generalmente molto ampi in quanto l'orso necessita di appropriati spazi per la ricerca del cibo, lo svernamento, la riproduzione e il riposo diurno. Alcuni di essi possono arrivare a coprire anche centinaia di km² e ciò mette subito in luce come gli *home range* di orsi diversi possano sovrapporsi tra di loro, ma come ciò non costituisca un problema in quanto la frequentazione degli stessi avviene in tempi diversi. All'interno degli *home range* alpini si possono trovare allo stesso tempo aree di fondovalle e picchi montuosi. Questi ampi spostamenti li portano in alcuni casi ad attraversare zone abitate e ad entrare involontariamente in conflitto con la popolazione locale, portando scompiglio nella comunità. Durante i suoi spostamenti, inoltre, l'orso può oltrepassare valichi anche molto profondi e spesso può spingersi a ridosso delle aree antropizzate diventando così un *orso confidente*.

Durante l'inverno, questi animali si scavano una tana più o meno profonda oppure occupano delle cavità nella roccia nelle quali vanno in letargo per un periodo più o meno lungo a seconda delle condizioni climatiche.

1.5 – Indici di presenza

Per valutare il numero di individui presenti ai fini di un progetto di monitoraggio e reintroduzione, va svolto uno studio preliminare sul numero di individui presenti o che frequentano abitualmente o saltuariamente una determinata zona oggetto di ricerca. L'orso è una specie alquanto elusiva, abilissima nel nascondersi all'occhio umano, e spesso l'osservazione diretta non è possibile. La maggior parte delle volte ci si deve quindi basare sui segni indiretti della sua presenza.

1.5.1 – Orme

L'orso ha un piede anteriore e uno posteriore con 5 dita; possiede altrettante unghie definite “unghioni” per la robustezza e la lunghezza, maggiore nelle zampe anteriori rispetto alle posteriori e non retrattili.

La pianta del piede anteriore è corta e larga, mentre quella del piede posteriore appoggia completamente al suolo (da qui la definizione “plantigrado”) e ricorda nella forma quella del piede umano, con la differenza che il dito più grosso è il 5°, cioè quello più esterno.

Negli orsi che frequentano le Alpi si attribuiscono dimensioni di 10-13 cm ai piedi anteriori delle femmine, mentre dimensioni di 12-15 cm sono proprio degli

individui maschi. Nel caso in cui l'orma rinvenuta appartenga al cuscinetto plantare anteriore abbia una misura minore di 7 cm, la si può attribuire a un piccolo dell'anno; ci si aspetteranno anche segni della madre e di eventuali altri piccoli, regolandosi in questo senso nel caso si voglia progettare una cattura (i piccoli infatti necessitano di miscele farmacologiche e attrezzature di contenimento diverse rispetto a quelle adoperate per gli adulti).



Fig. 1.5 – Orma anteriore e posteriore di orso (tratta da www.orso.provincia.tn.it)

1.5.2 – Peli

Il pelo dell'orso ha una consistenza lanosa e morbidamente ondulata, una lunghezza di 7-12 cm e un colore uniforme seppur con una certa variabilità tra individui e zone diverse del corpo (è più scuro a livello del garrese a più chiaro nella zona ventrale).

La raccolta del pelo ha un'importanza fondamentale per il monitoraggio genetico: attraverso la metodica PCR si può risalire a informazioni quali le dimensioni dell'home range, gli spostamenti e i gradi di parentela, tutte basilari per progettare una cattura o un inserimento appropriatamente studiato nei dettagli.

Questo particolare materiale organico può essere rinvenuto nei passaggi stretti frequentati dall'orso o sui tronchi di conifere usati come grattatoi. Altra fonte meno frequente possono essere i recinti di contenzione per bestiame domestico, apiari e arnie distrutte oppure cortecce di alberi e arbusti sfruttati come fonte alimentare.

1.5.3 – Escrementi

Gli escrementi o "fatte" possono fungere da base per il monitoraggio genetico solo se sono recenti (massimo 2 giorni). Da esse si possono ricavare informazioni inerenti la dieta e la presenza di parassiti. Si distinguono per le dimensioni notevoli e la facilità di identificazione del contenuto; quest'ultimo dipende dalla stagione e dal tipo di alimento ma in genere si può desumere un'alimentazione a base di mirtilli e erba nel caso di feci di colore nero-bluastro, vari tipi di frutta di fronte a

un colore marrone, foglie d'erba in presenza di un colore verde scuro e, infine, carne se hanno colore grigiastro.

1.5.4 – Graffi

Come precedentemente descritto, questo mammifero possiede dei robusti unghioni che fungono anche da strumento di marcatura del territorio. Non è infrequente il ritrovamento di 3-4 solchi paralleli disposti obliquamente sui tronchi degli alberi, a rappresentanza di una marcatura territoriale o un tentativo di arrampicata, in quest'ultimo caso soprattutto da parte degli individui più giovani.

1.5.5 – Versi

Rarissimo ma importante dal punto di vista della coesistenza con l'uomo è la registrazione sonora dei versi tipici di questa specie. Essi vengono definiti "rugli" e sono sordi e vibranti; possono essere emessi durante la lotta con nemici quali il cane e il lupo, nei casi di forte eccitazione oppure durante lo scontro tra due maschi, evento che non si verifica mai nel territorio italiano per le basse densità di soggetti.

Caratteristica peculiare è il suono vocale emesso dalla madre come richiamo per i piccoli.

1.5.6 – Danni

L'ultimo, ma forse più frequente e di più facile rilevazione, segno di presenza plantigrada sono i danni provocati durante la ricerca del cibo. Possono essere interessati in egual misura allevamenti di bestiame, colture agricole e apicoltura. L'orso è solito sfruttare la fonte di cibo più disponibile e facilmente accessibile: nel caso in cui si trovi in vicinanza di insediamenti umani rurali può sfruttare la presenza di pecore e capre, soprattutto in estate, custodite in luoghi isolati e non controllati. L'animale può predare anche più di un capo di bestiame, trascinando poi le carcasse in luoghi protetti, nascondendole parzialmente con terra, foglie e pietre per consumarle poi successivamente. Non infrequenti sono i danni a stabilimenti costruiti come supporto all'alimentazione di ungulati selvatici, ma anche a frutteti e campi di cereali.

1.6 – Rapporto con l'uomo

L'orso è un mammifero piuttosto schivo nei confronti dell'uomo e il suo comportamento prevalentemente notturno lo porta ad avere incontri ravvicinati molto rari con gli individui della nostra specie.

La causa maggiore di conflittualità uomo-orso risiede nella problematica dei danni; negli ultimi anni si sta cercando una soluzione attraverso il finanziamento da parte delle regioni e della Comunità Europea per opere di prevenzione. Esse consistono nella fornitura di recinzioni elettriche il cui costo è quasi interamente a carico degli organi sopracitati e nell'indennizzo dei danni arrecati dall'orso che avviene in misura totale e comprende, oltre al valore del capitale iniziale, anche il costo necessario per ricostruirlo.

Questo sistema di indennizzi si basa su un meccanismo di denuncia dei danni subiti a carico delle parti lese e controlli operati attraverso sopralluoghi ispettivi di personale qualificato e opportunamente formato per il riconoscimento di danni fauna ad opera di plantigradi. In Abruzzo i risultati sono stati molto positivi e hanno portato a una maggiore tolleranza da parte della frazione pastorale della popolazione, grazie anche all'attività divulgativa operata nelle scuole, servizi turistici e associazioni di categoria quali apicoltori, pastori, cacciatori e agricoltori. Anche le regioni del nord Italia si stanno muovendo in tal senso, dimostrando come l'attività divulgativa possa essere tra le più efficaci in campo conservazionistico di una specie.

Nonostante ciò, permane una generale diffidenza nei confronti dell'orso da parte degli abitanti delle zone interessate, che porta a temere ingiustamente questo mammifero per l'idea di pericolosità radicata nell'immaginario collettivo umano. Si può affermare che l'orso sia un "potenziale pericolo" per vari fattori: la sua mole, la sua dentatura, le velocità di corsa raggiungibili che sono maggiori rispetto a quelle dell'uomo e per la sua abilità a nuotare. Tuttavia in 150 anni di segnalazioni italiane non si sono mai verificati casi di morti per opera dell'orso; le aggressioni registrate sono rarissime e si inseriscono in contesti particolari in cui spesso buona parte della colpa è dell'uomo.

All'opposto, l'orso è in alcuni casi considerato patrimonio faunistico da salvaguardare e ciò ha portato all'atteggiamento antitetico di un turismo pronto a valorizzare positivamente molte zone montane del nostro Paese. Ciò contribuisce a una maggiore e migliore conoscenza della specie ma anche a rari casi di comportamenti di alimentazione forzatamente antropizzata per fotografare o osservare a distanze ridotte l'orso. Quest'ultimo fatto porta alcuni orsi ad adottare un atteggiamento "confidente" nei confronti dell'uomo e delle abitazioni, implementando la sua pericolosità e la tensione antropico-plantigrada. La progressiva assuefazione all'uomo ha portato alla stesura da parte di Tavoli Tecnici di professionisti al Ministero dell'Ambiente, grazie anche all'Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica, di un piano molto dettagliato di azioni per la

gestione degli orsi confidenti, contenuti all'interno di un progetto più ampio di conservazione, che verrà esaminato in seguito.

1.7– Fattori di rischio per l'orso bruno, in particolare per la sottospecie marsicana

Come ampiamente riconosciuto in letteratura, i principali fattori di rischio per l'orso bruno in Europa e nel mondo sono la mortalità indotta dall'uomo, la perdita di *habitat* idoneo, il disturbo in siti cruciali quali i siti di svernamento e i siti di alimentazione in periodi critici (Swenson *et al.*, 2000; Gibeau *et al.*, 2002). Inoltre nel caso dell'orso bruno marsicano la ridotta dimensione della popolazione, probabilmente ben al di sotto della minima popolazione vitale e quindi con una bassissima variabilità genetica, congiuntamente ad un precario stato sanitario, è un altro gravissimo fattore di rischio (Lorenzini *et al.*, 2004b; Gervasi *et al.*, 2008; Falcucci *et al.*, 2008; Ciucci *et al.*, 2008).

Una delle maggiori cause di morte dell'orso è dovuta a fattori direttamente riconducibili all'attività umana, in particolare al bracconaggio diretto o indiretto (rivolto ad altre specie quali il cinghiale) o a possibili “errori” durante le battute di caccia. Anche l'utilizzo di bocconi avvelenati è un'importante causa di morte e molto spesso questa attività avviene in condizioni di illegalità o di scarso controllo. Altre cause imputabili all'uomo, seppur meno frequenti, sono la morte degli orsi per incidenti stradali e per incuria umana.

La vulnerabilità di un'area è inoltre direttamente condizionata dalla frammentazione dell'*habitat*, i cui effetti interessano sia la componente biotica che quella abiotica dell'ecosistema. La frammentazione degli ambienti naturali è attualmente considerata una tra le principali minacce di origine antropica alla diversità biologica ed è stato inoltre dimostrato come, a livello di specie, tale processo costituisca una delle cause dell'attuale elevato tasso d'estinzione a scala globale (Battisti, 2004; Swenson *et al.*, 2000). Anche l'orso bruno è soggetto a queste dinamiche di frammentazione dell'*habitat*, a discapito della sua conservazione.

Altri due fattori da non sottovalutare sono rappresentati dal disturbo e dalle situazioni di stress subite dal plantigrado: l'apertura di nuove strade, ad esempio, è stressante non solo per la fase di costruzione stessa, ma anche per la conseguente maggiore frequentazione umana nelle aree raggiunte dalle nuove strade. Altri elementi di forte stress possono essere anche un taglio boschivo in prossimità della tana o il disturbo causato dalla presenza diretta dell'uomo. È stato dimostrato per

l'orso marsicano che in condizioni di disturbo lo stress riduce l'attività di alimentazione (*Falcucci et al., 2008*).

Un aspetto critico per l'orso bruno marsicano è la diminuita efficacia delle difese immunitarie a causa della ridotta variabilità genetica. Infatti, l'insorgenza di un problema sanitario in una popolazione già drasticamente ridotta dal punto di vista numerico potrebbe generare gravissimi problemi per la conservazione della popolazione dell'orso. È stato accertato che almeno l'80% delle patologie ritenute importanti per l'orso provengono dal bestiame domestico o da cani randagi. In particolare sono state recentemente segnalate all'interno della popolazione quattro importanti malattie tra cui brucellosi, cimurro, parvovirosi ed epatite infettiva canina, tutte legate a serbatoi domestici (*Marsilio et al., 1997*).

Altro fattore di rischio per l'orso bruno marsicano è il problema del sovrapascolo e delle interazioni con il bestiame domestico, specie proveniente da altre regioni. A causa di un problema di disturbo diretto e di eccessivo sfruttamento delle risorse alimentari (spesso si vedono i bovini alimentarsi nei ramneti al posto degli orsi), è essenziale che alcune aree critiche, tra cui in primo luogo i pascoli affittati dall'Ente Parco, vengano effettivamente precluse all'utilizzo da parte del bestiame domestico.

1.8 – Aspetti Giuridici

L'orso è considerato una specie protetta da diverse Direttive, Regolamenti e Leggi. La Legge quadro dell'11 febbraio 1997, n.157 nell'art.1 comma 1 lo descrive come specie particolarmente protetta. Con la medesima ottica di protezione, nel 1979 venne stesa a livello internazionale la Convenzione di Berna. Entrambe pongono il divieto assoluto di abbattimento, cattura, disturbo, detenzione e commercio di esemplari appartenenti a queste specie.

La Direttiva Comunitaria 92/43/CEE (“Direttiva Habitat”) possiede le stesse basi protezionistiche, in aggiunta all'obiettivo di tutela dell'ambiente per mantenere uno “status di conservazione soddisfacente”. Tale Direttiva fu recepita in Italia con DPR 8 settembre 1997 n.357, modificato e integrato dal DPR 12 marzo 2003 n.120, e portò importanti novità sotto il punto di vista organizzativo. Nell'art.7 comma 1 e 2 si parla di obbligo per regioni e province autonome di monitoraggio dello stato di conservazione dell'orso. Vengono anche esemplificate le deroghe di abbattimento e cattura ai fini della prevenzione di gravi danni, tutela dell'incolumità pubblica e per progetti di ricerca e reintroduzione. L'art.11 illustra la necessità di un'autorizzazione ministeriale per tali deroghe: la richiesta dev'essere presentata al Ministero per l'Ambiente e Tutela del Territorio e del

Mare il quale, avvalendosi di una valutazione tecnica da parte dell'Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica (INFS), autorizzerà l'eventuale cattura o abbattimento. Sempre in base all'art.11 nel comma 3 è descritto l'obbligo da parte del Ministero di trasmettere ogni due anni alla Commissione Europea una relazione sulle deroghe concesse.

Infine, nella Convenzione di Washington (CITES), l'orso viene inserito in All. A, Appendice I in cui sono inserite specie ad alto rischio di estinzione e delle quali viene strettamente regolato il commercio. Solo in circostanze eccezionali si possono dunque detenere o commerciare esemplari di orso bruno o sue parti. Nella Convenzione viene anche trattato l'aspetto del commercio di individui nati in cattività, operazione che può essere comunque consentita previa acquisizione di un'autorizzazione.

Capitolo 2 – Orsi confidenti e problematici: definizioni, piani d'azione e di gestione

L'orso è un animale dalle abitudini notturne e dal carattere schivo; in condizioni normali teme l'uomo, pertanto le possibilità di incontrare un plantigrado sono assai rare. Tuttavia nella storia recente non sono infrequenti casi di comportamenti anomali assunti dall'orso: l'animale tende a temere l'uomo in misura minore e si avvicina maggiormente ai centri abitati alla ricerca di fonti alimentari alternative di più facile reperibilità rendendo più problematica la convivenza con l'uomo a causa della sovrapposizione degli spazi. A tal proposito sono state coniate le definizioni di orso confidente e problematico all'interno della stesura di Piani specifici per la gestione e la conservazione del plantigrado.

In questo capitolo verranno prese in esame e confrontate le definizioni e le più generali linee guida riguardanti il management del plantigrado suggerite da diversi manuali: verranno presi in considerazione sia i due piani d'azione italiani sia le strategie messe in atto dagli altri stati dell'Arco alpino. Queste ultime vanno analizzate con attenzione per comprendere il tipo di gestione adottata dagli altri Paesi alla luce del continuo scambio di individui nelle zone di confine. Un orso catturato e radiocollariato in territorio italiano potrebbe infatti sconfinare nei territori limitrofi, essere definito problematico secondo i criteri adottati e sottostare ad eventuali misure di sicurezza preventivamente definite all'interno di piani di gestione propri del Paese ospitante.

Le catture hanno un ruolo rilevante nella gestione degli orsi problematici e confidenti, pertanto vengono analizzate e incluse nelle discussioni sul rapporto uomo-plantigrado: esse sono importanti non solo per studiare biologia e fisiologia della specie, ma anche per garantire la sicurezza della popolazione. L'evento cattura non è un'operazione semplice e presuppone un'adeguata formazione e conoscenza delle dinamiche anestesiolgiche da parte degli operatori.

2 – PACOBACE (Piano d'Azione interregionale per la Conservazione dell'Orso Bruno nelle Alpi Centro-orientali)

Il PACOBACE è un piano d'azione italiano frutto della collaborazione tra Provincia Autonoma di Trento, Provincia Autonoma di Bolzano, Regione

Autonoma Friuli Venezia-Giulia, Regione Lombardia, Regione Veneto, Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica e il Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare redatto nel 2007.

Nel Capitolo 3 dal titolo “Criteri e procedure d’azione nei confronti degli orsi problematici e d’intervento in situazioni critiche” si parla di orso problematico intendendo un orso dannoso oppure pericoloso. Un “orso dannoso” è “un’orso che arreca ripetutamente danni materiali alle cose o utilizza in modo ripetuto fonti di cibo legate alla presenza umana. Tali situazioni si verificano quando il soggetto ha perso la naturale diffidenza nei confronti dell’uomo e risulta condizionato e attratto dalle fonti di cibo di origine antropica. Un orso che causa un solo grave danno (o che ne causa solo sporadicamente) non è da considerarsi un orso dannoso” (PACOBACE, 2007).

Per considerare un soggetto come “orso pericoloso”, invece, vanno valutati anche il grado di assuefazione all’uomo e la correlazione con situazioni particolari, nonché la storia del soggetto e la valutazione dei comportamenti pregressi. Ad esempio, un orso non verrà considerato pericoloso la prima volta che manifesta uno degli atteggiamenti più gravi elencati in Tabella 2.1, o se tale comportamento si può correlare a situazioni particolari quali la presenza dei cuccioli per un’orsa femmina. Al contrario, un orso è ritenuto pericoloso quando adotta ripetutamente gli atteggiamenti elencati nelle fasce a gravità maggiore nella Tabella 2.1 (PACOBACE, 2007).

Tab. 2.1 – Pericolosità crescente di diversi comportamenti assunti dall’orso (modificata da: “AA.VV., 2007 – Piano d’Azione interregionale per la Conservazione dell’Orso Bruno nelle Alpi Centro-orientali – PACOBACE, Ist. Naz. Fauna Selvatica, Documenti Tecnici, XX: 1-143”)

1.	Orso scappa immediatamente dopo un incontro ravvicinato
2.	Orso si solleva sugli arti posteriori durante un incontro
3.	Orso si allontana dalla sua area di frequentazione abituale
4.	Orso viene ripetutamente avvistato
5.	Orso staziona in vicinanza di apiari, allevamenti di bestiame o capi incustoditi
6.	Orso frequenta le vicinanze di case da monte o baite isolate
7.	Orso viene ripetutamente avvistato a brevi distanze
8.	Orso staziona in zone attraversate da strade e sentieri frequentati
9.	Orso causa continui danni lontano da strutture abitate
10.	Orso causa danni nelle immediate vicinanze di abitazioni
11.	Orso colto di sorpresa si lancia in un falso attacco
12.	Orsa si lancia in un falso attacco per difendere i propri piccoli
13.	Orso difende la sua preda con un falso attacco
14.	Orso è ripetutamente segnalato vicino a fonti di cibo di origine antropica
15.	Orso è ripetutamente segnalato in centro residenziale
16.	Orsa attacca per difendere i propri piccoli
17.	Orso attacca per difendere la sua preda
18.	Orso segue persona
19.	Orso cerca di penetrare in strutture con presenza umana in atto (case abitate, ricoveri per pastori abitati, ecc.)
20.	Orso attacca senza essere provocato

Esiste inoltre tutta una gamma di “situazioni critiche” nelle quali un plantigrado che normalmente teme l’essere umano assume dei comportamenti considerati pericolosi, i quali richiedono l’intervento diretto della squadra di emergenza nonostante il soggetto sia stato precedentemente classificato come non problematico (*PACOBACE, 2007*).

Molta attenzione si pone in questo Piano alle diverse modalità di azione, le quali vengono suddivise in Azioni di controllo leggere o energiche. Quali interventi leggeri si intendono l’intensificazione del monitoraggio, l’informazione al pubblico che potrebbe frequentare le zone interessate dalla presenza di un orso problematico, la stabulazione notturna di animali, la tempestiva rimozione di animali deceduti in alpeggio, l’adeguata gestione dei rifiuti organici prodotti dall’uomo, la modifica di strutture esistenti al fine di renderle idonee a prevenire i danni arrecati dal plantigrado (mediante, ad esempio, l’adozione di recinzioni elettriche), l’attivazione nella zona interessata di un presidio permanente della Squadra d’emergenza orso preventivamente costituita e formata e infine il condizionamento dell’orso per ripristinarne la naturale diffidenza nei confronti dell’uomo e delle attività antropiche. Le azioni energiche invece possono essere a loro volta programmabili o non programmabili e si riferiscono alla cattura ai fini di uno spostamento, l’applicazione di un radiocollare, la messa in cattività permanente, oppure, nei casi estremi, l’abbattimento. Peculiarità del PACOBACE è la possibilità di introdurre un nuovo soggetto in caso di cattura con trasferimento o abbattimento, in considerazione della numerosità della popolazione alpina di orsi che si presenta sotto la soglia minima accettabile per una conservazione efficiente.

3 – PATOM (Piano d’Azione per la Tutela dell’Orso Marsicano)

La stesura di questo piano ha coinvolto in primo luogo il Parco Nazionale d’Abruzzo, Lazio e Molise (ove è presente il nucleo più importante e significativo di popolazione ursina marsicana), il Parco Nazionale della Majella, il Parco Nazionale del Gran Sasso e Monti della Laga, il Parco Nazionale dei Monti Sibillini, il Parco Nazionale Regionale Sirente Velino, il Parco Nazionale Regionale dei Monti Simbruini, il Parco Nazionale Regionale dei Monti Lucretili, la Riserva Naturale Regionale “Montagne della Duchessa”, la Regione Abruzzo, la Regione Lazio, la Regione Molise, il Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e l’ISPRA (Istituto Superiore di Ricerca per la Protezione Ambientale). Esso è stato redatto nel 2009 prendendo in considerazione in maniera specifica la popolazione di Orso marsicano presente nell’Appennino centrale.

Il Piano inserisce la problematica degli orsi confidenti all'interno di una serie di azioni appositamente dedicate alla gestione del plantigrado. Il comportamento non fisiologico di confidenza adottato da alcuni esemplari è una problematica che viene considerata inevitabile in un progetto di conservazione in quanto i programmi di riduzione della mortalità portano all'aumento numerico degli animali e conseguente condivisione delle non ampie risorse territoriali con l'uomo. La stretta convivenza che si instaura tra le due specie è responsabile di processi di assuefazione alla presenza umana nell'orso, i quali comportano una sempre minor diffidenza con l'aumento dei comportamenti confidenti.

All'interno del piano non viene data una definizione precisa di orso confidente o orso problematico, ma a tal proposito è ampiamente sottolineato che “il problema degli orsi che si abituanano a frequentare gli abitati umani e le fonti alimentari a loro strettamente connesse è inevitabile in un piano che vuole conservare l'orso sull'Appennino in coesistenza con le attività antropiche tradizionali. E' inevitabile, ma è largamente prevenibile e mitigabile con tecniche appropriate” (PATOM,2009). Grande attenzione si pone quindi alle metodiche di prevenzione e si mette in luce la necessità di scrivere e realizzare un piano integrato su tutto l'areale dell'orso per ridurre la disponibilità e accessibilità a fonti alimentari vicine agli abitati e contrastare il nascente comportamento di confidenza.

Si auspica anche la costituzione di una squadra di personale addestrato alle tecniche di cattura e gestione già ampiamente collaudate su altre popolazioni di orso, la quale dovrà essere disponibile al pronto intervento.

L'Azione B5 del piano è interamente dedicata alla descrizione delle azioni preventive da adottarsi. In primo luogo è necessaria la messa in sicurezza delle strutture potenzialmente attrattive per l'orso sotto il punto di vista alimentare; tali aree sono individuate da un tavolo tecnico. E' altresì fondamentale un'adeguata campagna di informazioni per fornire una corretta conoscenza dell'animale alla popolazione. L'Azione C2 del piano è stata studiata proprio per la questione dell'educazione e informazione.

3 – Strategia Orso

In questo Piano di gestione stilato dalla Svizzera nel 2006 ad opera della Divisione Gestione delle specie, Ufficio federale dell'ambiente, Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni, già nell'introduzione si mette in luce come l'atteggiamento protezionistico nei confronti dell'orso sia esso stesso causa di un comportamento più confidente da parte dell'animale. Infatti se l'orso è cacciato mantiene costantemente un

atteggiamento di paura nei confronti dell'uomo; se al contrario è protetto, grazie alla sua enorme capacità di apprendimento, arriva presto a sfruttare le fonti di cibo a lui più comode, le quali nel contempo sono situate nei pressi di insediamenti umani.

Nel Piano si fa una distinzione in tre tipologie di orso, che portano a tre tipi di gestione diversa.

E' definito "orso discreto" un esemplare che vive in spazi comuni all'uomo, ma che mantiene disponibilità di cibo e rifugio tali da far sì che non si renda quasi mai visibile agli abitanti, arrivando a temerli. La gestione di questa categoria di plantigradi presuppone semplicemente dei progetti regionali di prevenzione dei danni, degli incontri informativi rivolti alla popolazione e un monitoraggio costante del numero di orsi, per verificare principalmente la presenza o meno di orsi femmina con cuccioli, ritenute essere i soggetti più pericolosi per l'incolumità umana (*Strategia Orso, 2006*).

Diverso è il caso di un "orso problematico", il quale sfrutta fonti di nutrimento nei pressi degli insediamenti umani e può arrivare a causare regolarmente danni materiali alle proprietà di contadini, allevatori e apicoltori. Questo soggetto comincia a superare la paura dell'uomo e può assumere un atteggiamento aggressivo senza tuttavia arrivare a causare ferite. La gestione svizzera in tal caso prevede sempre un progetto regionale di prevenzione dei danni, integrato con l'avvio di azioni di dissuasione le quali prevedono la cattura dell'animale, munito poi di una radiotrasmittente che rende più efficaci le sistematiche opere di dissuasione che potranno essere messe in pratica (*Strategia Orso, 2006*).

Infine, un "orso pericoloso" è un animale che, malgrado ripetute azioni di dissuasione, non ha più timore dell'uomo e può arrivare ad attaccare le persone in modo aggressivo, talvolta ferendole. Per la gestione di tale situazione l'unica azione possibile da mettere in pratica e, purtroppo, l'abbattimento. Non è prevista nemmeno la cattura né il trasferimento ad un recinto o in un altro luogo (*Strategia Orso, 2006*).

Le azioni previste dalla Svizzera in materia di gestione di orsi possono essere così riassunte:

- 1) Monitoraggio costante nel tempo;
- 2) Relazioni pubbliche sulla convivenza pacifica tra l'uomo e l'orso nelle regioni in cui quest'ultimo è presente: tali incontri informativi hanno lo scopo di illustrare il comportamento da tenere in caso di incontro con un plantigrado e proporre alla popolazione una migliore gestione dei rifiuti

organici sottolineandone l'importanza. Sono stati attuati anche corsi *ad hoc* per specifiche categorie quali cacciatori, raccoglitori di funghi e speleologi ed è stato istituito un sistema di chiusura dei sentieri agli escursionisti nei casi di frequentazione da parte di un'orsa con i piccoli. Infine sono previste sessioni di osservazione per turisti solo se accompagnati da guide competenti ed esperte;

- 3) Progetto regionali di prevenzione dei danni;
- 4) Accertamento e risarcimento dei danni causati dall'orso: avviene tramite la consultazione di tabelle contenenti il valore economico degli animali e arnie stilate da associazioni nazionali di allevatori e apicoltori; gli accertamenti vengono di norma effettuati da operatori formati i quali, a loro discrezione, possono richiedere in qualunque momento una perizia ad uno specialista dell'Istituto di patologia animale dell'Università di Berna. I danni vengono risarciti unicamente nel caso in cui siano state adottate misure di prevenzione adeguate;
- 5) Dissuasione di orsi problematici: viene istituito e opportunamente formato un gruppo di intervento di specialisti che possono avvalersi del supporto dei guardiacaccia; gli orsi problematici vengono catturati, dotati di radiotrasmittente GPS e sistematicamente dissuasi;
- 6) Abbattimento di orsi: operato nell'eventualità in cui i tentativi di dissuasione non siano più efficaci, l'orso penetri abitualmente negli insediamenti, manifesti comportamenti aggressivi senza essere provocato o, nell'ipotesi più infausta, abbia ucciso una persona. Per l'abbattimento è necessaria la richiesta di autorizzazione la quale avrà poi valenza a tempo determinato. Eccezione a questa pratica è la possibilità di abbattimento di orsi feriti o palesemente malati.

4 – Gestione dell'orso in Austria

La *Federal Environment Agency* austriaca è da sempre molto attiva nei progetti di conservazione dell'orso bruno nelle Alpi e già nel 1999 ha commissionato la stesura di una monografia sul plantigrado consultabile anche dal pubblico. All'interno del documento è stato discusso dettagliatamente il piano di gestione per l'orso bruno in Austria, redatto in collaborazione con il WWF Austria, la *Munich Wildlife Society* e l'*Institute for Wildlife Biology and Game Management* dell'Università di Vienna. Dal confronto tra gli esperti di questi Organi già da

subito è stata messa in evidenza la necessità di avere a disposizione una squadra di emergenza per i casi critici, tanto da costituirla prima ancora della fine della stesura del Piano. Detta squadra è responsabile della gestione dei problemi di orsi abituati all'uomo o condizionati sotto il punto di vista alimentare. Nel Piano è proposto uno studio sull'ecologia dell'orso per analizzare gli *home range* dei soggetti rilasciati in seguito a progetti di reintroduzione. Molto approfondita è anche l'analisi dei danni ad opera del plantigrado, la quale evidenzia come in Austria siano gli alveari incustoditi e localizzati lontano dalla presenza di attività antropica i primi ad essere oggetto di danni; al secondo posto in termini di frequenza si registrano le predazioni di pecore, le quali però dipendono molto dal tipo di gestione fatta dall'allevatore.

A differenza di altri piani, in questo documento si introduce anche l'argomento della caccia all'orso, ritenuta possibile solo a ripopolamento avvenuto; l'attività venatoria viene anche considerata pratica utile a mantenere la naturale diffidenza nei confronti dell'uomo. Altro aspetto fondamentale è la conservazione dell'habitat del plantigrado: si presuppone pertanto una frequentazione minima delle aree particolarmente importanti sotto il punto di vista ecologico.

Anche in Austria è riconosciuta l'importanza del "fattore prevenzione": per il ristabilirsi di una popolazione ursina stabile è fondamentale l'adozione di misure preventive da parte di apicoltori, allevatori e agricoltori, l'ottimale gestione dei rifiuti organici rendendoli inaccessibili ed evitare la somministrazione antropica di cibo. Tale pratica porterebbe a un cambio di comportamento con la creazione di orso abituati all'uomo o al cibo. A fronte della presenza di siti di reperimento facile del cibo le madri stesse potrebbe abituare i piccoli ad usufruire delle fonti alimentari di provenienza antropica.

Nel Piano si parla appunto di orsi condizionati, ma soprattutto di soggetti *nuisance* (lett. fastidiosi) definendoli come orsi che causano danni all'agricoltura, si cibano di rifiuti organici prodotti dall'uomo, frequentano discariche o orsi che aggrediscono, feriscono, uccidono l'uomo (*Zedrosser et al., 1999*). A causa delle piccole dimensioni dello stato austriaco, il trasferimento di orsi fastidiosi non è possibile; ciò porta a considerare l'idea dell'abbattimento per i casi estremi, intendendo per estremi i soggetti che ripetutamente non rispondono al condizionamento negativo. Il trasferimento o abbattimento inoltre ha un impatto fortemente negativo all'interno di una popolazione piccola, soprattutto se l'individuo è una femmina; dall'altro lato viene sottolineato come anche solo un orso particolarmente problematico possa portare ad una condizione complessivamente sfavorevole per il futuro degli orsi in Austria. L'opinione pubblica pesa molto in tali questioni ed è per questo che si rimarca la necessità di

informare la popolazione e di consultarsi con gli abitanti delle zone di frequentazione dell'orso.

5 – Brown bear management strategy in Slovenia

Questa strategia, elaborata nel 2002 da un team di esperti del servizio forestale sloveno e adottata subito dopo dal Governo, focalizza l'attenzione sulla ricostruzione di un corridoio dinarico-alpino per il flusso di scambio genetico tra Slovenia, Austria e Italia. Due sono le basi intrinseche della strategia: la conservazione a lungo termine dell'orso e la coesistenza pacifica con l'uomo.

Anche in questo documento l'orso è visto come un animale opportunistamente alimentare; tuttavia l'entità e la tipologia di danni arrecati dipenderebbero dalla disponibilità di accesso al cibo. La sezione V tratta esaurientemente delle misure che la Slovenia si impegna a mettere in atto per la protezione e il miglioramento della coesistenza uomo-orso. Per quanto riguarda l'aspetto protezionistico sono previste la restrizione di attività antropiche nelle zone frequentate dall'orso, il miglioramento della qualità dell'habitat e l'abbattimento dell'animale solo a causa di determinati fattori ecologici e biologici. Nell'ambito di creazione di una coesistenza pacifica invece si propongono misure preventive per limitare i danni, il controllo dell'espansione demografica in aree in cui ci si aspetta un'elevata conflittualità uomo-orso, il rapido risarcimento dei danni, l'adeguata informazione fornita alla popolazione, la prevenzione di fenomeni di condizionamento al cibo e l'intervento in caso di minaccia. A tal proposito è stato istituito dal governo un gruppo appositamente formato per occuparsi delle catture, del condizionamento negativo ai fini dell'allontanamento dell'orso dai centri abitati o dell'abbattimento come ultima opzione.

La popolazione ursina slovena eccede numericamente la capacità del territorio, pertanto negli anni sono state messe in atto numerose catture ai fini di trasferimento ed è stata aperta l'attività venatoria nei confronti di questo animale. Il programma di caccia è attentamente valutato all'interno della strategia e ha luogo solo in seguito ad un approfondito monitoraggio e per questioni prettamente ecologiche e biologiche. Il piano prevede anche il trasferimento in ricoveri o centri di recupero di soggetto malati o soggetti giovani isolati. Tutte queste azioni devono essere svolte da un team di persone esperte e preparate.

Peculiarità della Slovenia è la gestione alimentare degli orsi: attraverso un apposito *feeding program* sono state istituite delle stazioni alimentari per evitare che l'orso frequenti le zone abitate. Esse vengono periodicamente rifornite di cibo e sono

presenti solo nell'area centrale di presenza dell'orso, dove con area centrale si intende il *core habitat* dell'animale, dove la sua presenza è permanente.

Particolare è anche la gestione delle attività antropiche in Slovenia: nell'area centrale, ad esempio, quando viene autorizzato un nuovo allevamento di bestiame, viene data la priorità agli allevamenti di vacche da carne. Ciò è giustificato in letteratura dall'evidenza che le possibili prede dell'orso sono i piccoli ruminanti e che difficilmente si assiste alla predazione di animali di dimensioni maggiori, salvo rari casi particolari. Sono inoltre previste per il turismo misure di accesso molto restrittive nell'area centrale.

Capitolo 3 – Considerazioni generali sull’immobilizzazione chimica dell’orso e sulle metodiche di cattura

L’evento “cattura” è critico sia dal punto di vista del benessere dell’animale, sia per l’incolumità fisica degli operatori; è necessario pertanto studiarlo attentamente e valutarne ogni suo aspetto per raggiungere i risultati scientifici desiderati garantendo la sicurezza di entrambe le parti.

3.1 – Gestione preliminare della cattura

Per qualsiasi cattura di un animale selvatico sono necessari innanzitutto i permessi ministeriali, conferiti dopo il confronto diretto per discuterne le reali necessità e la presenza di una squadra esperta e preparata. In letteratura è sempre sottolineata l’importanza della presenza di un veterinario esperto in fauna selvatica e di personale coadiuvante opportunamente preparato tramite corsi specifici. Indispensabile è l’operatore addetto all’uso delle armi se si opta per questo via di somministrazione del farmaco.

Varie sono le motivazioni che possono portare a voler eseguire una cattura: essa può essere necessaria per pratiche medico-chirurgiche e gestionali sugli animali, trasferimenti (spostamenti ma anche reintroduzioni e ripopolamenti), studio della biologia (attraverso l’applicazione di radiocollari o marcature), studio dell’epidemiologia (prelievo di campioni biologici), per la stessa sicurezza pubblica. Tutte queste motivazioni devono essere inserite nel contesto fisiologico dell’animale, decidendo preventivamente in che periodo dell’anno intervenire sull’animale. Ad eccezione degli interventi per garantire la sicurezza pubblica e per il benessere dell’orso, le altre possono essere considerate delle manualità svolte ai fini della ricerca. Per queste ultime è preferibile evitare la cattura nei periodi dell’anno sensibili, ad esempio il mese precedente e quello successivo all’ibernazione (*Alberta Wildlife Animal Care Committee Class Protocol #005, 2005*).

Durante la programmazione della cattura va effettuato anche il monitoraggio preventivo dell’animale, da svolgere in natura ai fini della valutazione di parametri quali età, sesso, stima del peso corporeo e *body condition score*. Normalmente i soggetti molto giovani richiedono delle dosi minori e potrebbero avere dei tempi

di risveglio protratti a causa dell'imaturità dei sistemi enzimatici e ci potrebbero essere delle differenze tra i sessi nella risposta ai farmaci (Mazzi, 2008). Tuttavia il parametro di fondamentale valutazione è il peso corporeo, il quale subisce variazioni notevoli nell'arco dell'anno e può essere sovrastimato a causa della folta pelliccia. Non meno importante è inoltre la valutazione, seppure sommaria, delle condizioni fisiologiche dell'animale, come ad esempio deperimento organico, lattazione/presenza di cuccioli, alterazione della pelliccia, della deambulazione, ecc. Questi dati sono importanti per decidere il protocollo farmacologico più appropriato per quell'orso e permettono allo stesso tempo uno studio dell'ambiente finalizzato alla decisione del sito di cattura. La conformazione territoriale dell'ipotetica area di cattura va studiata per evitare che l'orso si ferisca soprattutto nella delicata fase di induzione dell'anestesia e nelle fasi del risveglio: ad esempio, la presenza di specchi d'acqua potrebbe essere pericolosa nelle fasi in cui il plantigrado non possiede la piena padronanza dei movimenti in quanto il rischio di annegamento è pur sempre presente. È quindi importante studiare i luoghi frequentati dall'orso e possibilmente il soggetto che si vuole catturare adottando misure remote di osservazione, come ad esempio trappole fotografiche o video.

Nella fase di pre-cattura inoltre è previsto il calcolo di tre principali distanze: di fuga, di attenzione e critica. La distanza di fuga è la distanza al di sotto della quale l'animale inizia ad allontanarsi dall'operatore; la distanza di attenzione, invece, misura quando l'animale è in allerta e inizia a osservare attentamente l'operatore ma non scappa; la distanza critica, infine, è la distanza alla quale l'animale non può più fuggire e pertanto aggredisce. La valutazione di queste tre distanze è di fondamentale importanza per assicurare l'incolumità degli operatori della squadra di cattura.

Infine, i progetti di reinserimento e ripopolamento necessitano anche di uno studio appropriato della biologia della popolazione autoctona per comprenderne le dinamiche gerarchiche al fine di una reintroduzione in condizioni ottimali.

3.2 – Metodi di cattura

Quando si tratta l'argomento della cattura degli orsi in natura, tre sono le metodologie maggiormente usate dagli esperti internazionali: esse sono la cattura aerea, il laccio di Aldrich e la trappola a tubo. La cattura aerea viene considerata un metodo attivo in quanto l'orso non subisce alcuna restrizione fisica e la somministrazione dell'anestetico avviene durante la fuga dell'animale; al contrario, il laccio di Aldrich e la trappola a tubo sono considerati un metodo di

cattura passivo in quanto l'animale viene contenuto fisicamente da uno strumento meccanico prima della somministrazione del farmaco.

Nei paesi scandinavi è quasi sempre preferita la cattura aerea per mezzo di elicotteri: l'orso viene localizzato, seguito e, una volta raggiunta una breve distanza, il dardo contenente l'anestetico viene sparato direttamente da un operatore a bordo dell'elicottero. Questa tipologia di cattura presuppone la disponibilità di ampi terreni privi di pericoli e insidie che impediscano la corretta localizzazione dell'orso. Inoltre la geografia del territorio sul quale si andrà a operare va correttamente e attentamente studiata per evitare che l'orso anestetizzato precipiti in prossimità di burroni, laghi o altro. In Italia questo tipo di cattura non è praticabile principalmente per l'assenza di ampi territori ma anche per la mancanza di mezzi adeguati e squadre attrezzate.

Il laccio di Aldrich è uno strumento di cattura che ha il vantaggio di essere molto maneggevole, facilmente trasportabile in zone non raggiungibile con i mezzi, molto efficiente e poco costoso. Questo strumento si compone di tre parti principali: un cavo di acciaio intrecciato che forma un anello, attivato da una molla metallica che alza e tira il cavo intorno al piede dell'orso; il tutto completato da una girella in ferro che consente la rotazione su se stesso del cavo per evitare rotture a seguito di usura (Jonkel, 1993).



Figg. 3.1 e 3.2 – Foto e schema di funzionamento di un laccio di Aldrich (schema tratto da www.icwdm.org)

Il cavo si restringe sopra l'articolazione del carpo dell'orso, impedendone così la fuga. Di solito il laccio di Aldrich è ancorato a un albero o, assicurato al terreno con dei lunghi picchetti di ferro, posizionato in un'area concava del suolo, in vicinanza di una fonte alimentare rifornita giornalmente che funziona da attrattivo per l'orso.

Gli svantaggi di questa tecnica sono le frequenti ferite, fratture dell'arto, danni muscolari, edema distale causato da una circolazione alterata a livello degli arti e abrasioni nel sito di contatto con il laccio (Shury, 2007). Tutti questi effetti collaterali sono prevenibili con la tempestività dell'intervento: pertanto viene

spesso collegato un dispositivo di allarme al laccio di Aldrich per allertare la squadra di cattura garantirne la presenza in tempi brevi. Quando l'orso è stato catturato al laccio è infatti necessario somministrare in tempi brevi, mediante teleanestesia, la dose di farmaci necessari a consentire il contenimento farmacologico dell'animale e l'avvicinamento della squadra di cattura.

In letteratura è disponibile una ricerca molto completa sul confronto tra questi due metodi di cattura negli orsi grizzly (*Ursus arctos*). Per le telenarcosi effettuate dall'elicottero si registrano tempi di induzione maggiori e dosaggi di farmaci più elevati; al contrario un periodo di prolungata cattura con il laccio renderebbe gli orsi catturati con il laccio più sensibili ai farmaci (*Cattet et al., 2003*). Come dimostrano alcuni studi sui ratti, con l'aumentare del tempo di restrizione fisica si assiste ad una deplezione delle catecolamine circolanti e questo potrebbe influenzare l'efficacia di alcuni farmaci accelerandone l'insorgenza dell'effetto, pertanto l'impatto di questo metodo di cattura sulle funzioni fisiologiche dell'animale potrebbe essere meno drammatico. A causa del movimento fisico precedente all'immobilizzazione chimica, gli orsi catturati in *free range* mantengono una temperatura rettale più elevata rispetto agli orsi catturati con il laccio per i quindici minuti successivi alla cattura; inoltre, il tempo di induzione stesso è correlato positivamente con le temperature rettali (*Cattet et al., 2003*).

Le analisi eseguite sul sangue degli orsi catturati passivamente con i lacci evidenziano la presenza di un tipico leucogramma da stress rapportabile ad una fisiologica risposta mediata dagli elevati livelli di cortisolo in circolo. Le analisi del siero invece evidenziano alte concentrazioni degli enzimi ALT, AST e CK, dimostrative della presenza di danno muscolare; tali valori sono in accordo con quelli riscontrati in uno studio meno recente sull'orso bruno (*Huber et al., 1997*). Analogamente, per le catture effettuate con metodo attivo si hanno livelli aumentati di enzimi muscolari sierici, potassio e creatinina come risultato dell'intensa attività fisica sostenuta dall'orso prima dell'immobilizzazione; quest'ultima provoca anche un accumulo di acido lattico successivo all'instaurarsi della glicolisi anaerobia e responsabile dell'aumento totale degli anioni in circolo. Per ristabilire un equilibrio fisiologico tra anioni e cationi viene aumentato in risposta il rilascio di calcio nel siero. Infine, lo studio riporta una concentrazione più elevata di sodio e cloro negli orsi catturati con il metodo passivo: tale evenienza è spiegabile con la riduzione dell'assunzione dell'acqua da parte degli orsi intrappolati che in alcuni casi può risultare in un leggero stato di disidratazione. Per questo motivo è opportuno valutare sempre lo stato di idratazione dell'animale ed eventualmente procedere con la somministrazione endovenosa di fluidi (*Cattet et al., 2003*).

Un'altra tipologia di contenimento fisico è la trappola a tubo. Essa rappresenta una modifica delle normali trappole da cattura per selvatici. Questo adattamento creato appositamente per gli ursidi ha il vantaggio di dare protezione all'animale, tuttavia si tratta di un tipo di trappola abbastanza grande e robusta, difficile da trasportare, poco maneggevole e che presuppone la necessità di raggiungere il sito di cattura tramite veicoli. Proprio per le sue caratteristiche strutturali è spesso utilizzata nelle fasi di risveglio o per il trasporto di orsi.

La mortalità con questo metodo di cattura è rara e la pericolosità è minima, tuttavia è possibile assistere a ferite della cavità orale come lacerazioni o denti rotti che conseguono ai ripetuti tentativi di mordere le sbarre e le aperture della trappola da parte dell'animale (Shury, 2007). Anche in questo caso, fattore determinante è il tempo impiegato per raggiungere il sito di cattura da parte della squadra e per la somministrazione dei farmaci anestetici.



Fig. 3.3 e 3.4 – Foto di una trappola a tubo (tratte da www.therecordist.com)

3.3 – Metodi di somministrazione del farmaco

3.3.1 – Tipi di dardo

In commercio si trovano attualmente vari metodi di somministrazione del farmaco, che offrono caratteristiche diverse adattabili alle necessità della situazione. Denominatore comune delle varie tecniche resta il dardo, che si compone sempre di quattro parti principali: un comparto di stoccaggio del farmaco, un ago per penetrare la cute, uno stabilizzatore per conferire una traiettoria di volo accurata e un metodo per l'iniezione, cioè la parte che differenzia i diversi tipi di siringhe.

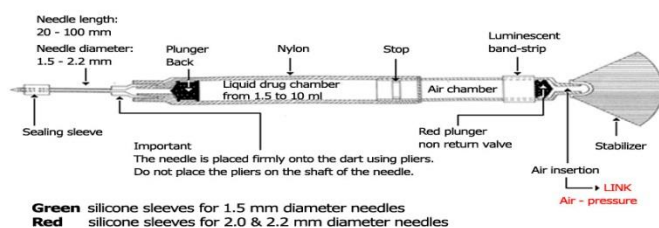


Fig. 3.5 – Immagine schematica di un dardo

Si possono trovare infatti le siringhe con sistema di iniezione ad aria compressa o a gas, le quali si presentano leggere, a due camere, di solito di plastica ma occasionalmente di alluminio. Il corpo della siringa è diviso in due camere da uno stantuffo di gomma al centro: la camera anteriore risulta quindi delimitata dallo stantuffo centrale e dal cono della siringa sul quale si può inserire l'ago, mentre la camera posteriore contenente il gas ha come limiti lo stantuffo centrale e un secondo stantuffo mobile di plastica dietro al dardo. Lo stantuffo posteriore agisce come una valvola unidirezionale che permette di inserire il gas o l'aria compressa attraverso il cono posteriore per poi occluderlo ai fini di prevenirne la fuoriuscita della stessa. Sulla parte posteriore viene applicato lo stabilizzatore di volo, di solito colorato vivacemente per facilitarne il ritrovamento, che consente una buona adesione della siringa alla canna del fucile e una traiettoria di volo più lineare. Sull'ago, invece, viene applicato un cilindro di silicone per coprire i fori dai quali uscirà il farmaco.

Per caricare questa tipologia di siringa si deve inserire il farmaco nella camera anteriore della siringa e l'aria compressa in quella posteriore. Il gas normalmente è introdotto per mezzo di una siringa per insufflare aria sulla quale è innestato un raccordo combaciante con la valvola per l'introduzione dell'aria nella camera posteriore. Nel momento in cui l'ago incide la cute, il cappuccio in silicone scivola e scopre i fori attraverso i quali esce il farmaco a sua volta spinto dalla propulsione esercitata dall'aria compressa sullo stantuffo centrale.

L'iniezione con le siringhe ad aria compressa non è generalmente traumatica poiché il dardo è leggero e la somministrazione di farmaco avviene lentamente, diluita nell'arco di qualche secondo (*Isaza, 2007*). Gli aghi hanno la capacità di penetrare la maggior parte dei tipi di cute degli animali e possono essere usati con sicurezza per quasi tutte le specie (*Isaza, 2007*). Tra gli svantaggi si annoverano la traiettoria facilmente modificabile dal vento, la possibilità di rottura nel caso in cui urtino oggetti solidi non voluti e la loro propensione all'insuccesso dell'iniezione a causa della complessità funzionale.

Le siringhe da cerbottana possiedono due camere e sono anch'esse caricabili con aria compressa; esse sono costruite in plastica leggera e trasparente. L'ago innestato è il frutto di una modifica di un ago ipodermico che consente di avere meno traumatismi, tuttavia l'uso di queste siringhe è grosso modo limitato ad ambienti chiusi, nei quali dimostrano avere maggiore accuratezza. Le siringhe da cerbottana non andrebbero mai utilizzate nei fucili ad aria compressa o a carica esplosiva: la loro struttura leggera applicata alle alte velocità ottenibili con questi due tipi di fucili porterebbe ad una traiettoria di volo completamente errata in aggiunta alla possibilità che le siringhe si distruggano all'impatto.

Un altro tipo di dardi è quello in plastica a due camere più pesanti, costruiti in nylon opaco e dalla struttura più robusta e spesso rinforzata. Il cono anteriore possiede un collare spesso metallico per posizionare meglio l'ago e garantire maggior resistenza al raccordo ago-siringa; l'ago stesso si dimostra essere più resistente degli ipodermici modificati per cerbottane. Questi dardi hanno una balistica migliorata, possono volare a velocità più elevate e sopportare energie di impatto maggiori; tali caratteristiche li rendono utilizzabili per catture all'aperto anche in presenza di vento di moderata entità. Non hanno problemi nel penetrare qualsiasi tipo di cute, ma risultano inefficaci se utilizzati con la cerbottana.

Se usati correttamente e ad una distanza appropriata sono sicuri e causano in genere solo traumi minori (*Isaza, 2007*). Tuttavia possono causare traumi significativi se utilizzati con fucili a carica esplosiva a distanze inadeguate. Alcune esperienze cliniche riportano l'eventualità di fratture delle ossa lunghe a seguito di penetrazione in profondità dei tessuti molli degli animali (*Isaza, 2007*).

I dardi a carica esplosiva usano una capsula di polvere da sparo per generare la forza necessaria alla propulsione del farmaco. Uno stantuffo mobile di plastica è posizionato al centro del corpo della siringa per separare il farmaco dalla capsula esplosiva e innescare il meccanismo. Per capsula esplosiva si intende una piccola capsula con all'interno un percussore ed una piccola carica esplosiva; tra le due parti vi è una piccola molla per evitare l'attivazione accidentale del meccanismo. Quando la siringa colpisce l'animale, per inerzia il percussore colpisce la carica esplosiva innescando uno scoppio responsabile della pressione sullo stantuffo e della conseguente iniezione del farmaco.

A differenza degli altri dardi, l'ago innestato su questa tipologia di siringa possiede un foro aperto in punta; l'iniezione del farmaco è molto rapida e può portare ad una notevole reazione tissutale con conseguente dolore all'animale che può anche reagire con la fuga (*Mazzi, 2008*). Il vantaggio di queste siringhe è la loro possibilità di ridurre il rischio di emissione accidentale del farmaco poiché non sono in pressione durante l'uso.

Con l'evolversi della tecnica di iniezione per mezzo di strumenti a carica esplosiva, si è arrivati ad una siringa con innesco esplosivo integrato monuso. La carica esplosiva in questo caso si trova dietro lo stantuffo e il percussore è alloggiato nello stabilizzatore di volo. Il meccanismo d'azione è uguale a quello del dardo predecessore, con il vantaggio di poter caricare il farmaco direttamente attraverso l'ago ottenendo un dardo pronto all'uso immediato. Lo svantaggio maggiore sono le ridotte capacità volumetriche anche se le ottime capacità balistiche lo rendono un tipo di dardo molto usato nella pratica della cattura dei selvatici, a differenza del suo predecessore ritenuto troppo traumatico.

3.3.2 – Strumenti per la somministrazione del farmaco

La cerbottana è un lungo tubo leggero con un boccaglio ad una delle due estremità; il dardo va posizionato all'interno dell'estremità opposta e l'energia propulsiva è data dall'operatore che soffia l'aria dal boccaglio. L'accuratezza è direttamente proporzionale alla lunghezza della cerbottana stessa. Il suo uso corretto richiede molta pratica, in quanto va tenuta orizzontalmente e portata con la mano opposta all'occhio dominante. La bassa velocità del dardo è responsabile della traiettoria a parabola che si ottiene e la rende efficiente solo a distanze variabili tra 0,5 e 10 metri. Tuttavia la cerbottana resta lo strumento più versatile, economico, silenzioso e leggero. A piccole distanze assicura un'accuratezza eccezionale e la bassa forza di impatto garantisce traumi tissutali minimi (*Isaza, 2007*).

I fucili ad aria compressa sono degli strumenti nei quali la fonte energetica data dal gas è solitamente costituita da anidride carbonica. Essi sono molto accurati a distanze di moderata entità ma mancano della possibilità di accuratezza nel controllo della pressione. Se usati a distanze troppo brevi, infatti, possono causare traumi significativi (*Isaza, 2007*).

Anche i fucili a carica esplosiva mancano di un metodo efficiente per controllare la pressione, tuttavia alcuni modelli compensano con la possibilità di regolare il livello di potenza dello sparo. Questo strumento risulta essere troppo potente per ambienti interni e brevi distanze, ma hanno una buona accuratezza se usati in ambienti aperti anche in presenza di vento e possiedono la maggiore efficacia di lancio a distanze più lunghe se paragonati agli altri metodi.

L'uso di archi e frecce non è molto diffuso in Europa: in letteratura è documentato solo in Africa per catture di leoni e leopardi (*Stander et al., 1996*). Questo metodo è può rivelarsi molto accurato ma, se non controllata in modo appropriato, la velocità delle frecce pesanti può causare dei seri traumi (*Isaza, 2007*).

Il metodo di più recente innovazione risulta essere l'applicazione di collari autoiniezzanti. Essi vanno posizionati prima della seconda cattura e costituiscono una valida alternativa in situazioni che richiedono immobilizzazioni multiple in animali difficile da immobilizzare con i dardi (*Jessup, 1993*). L'iniezione è controllata da un comando a distanza e dev'essere abbinata all'uso della telemetria. Un problema da non sottovalutare se si sceglie di utilizzare un collare di autocattura è quello della durata di vita del farmaco relative miscele, unitamente alla durata di vita delle batterie del collare, la quale risulta essere molte volte inaffidabile.

3.3.3 – *Attrezzatura accessoria*

Durante la fase prodromica alla cattura vera e propria risultano indispensabili strumenti quali binocolo, telemetro e ricetrasmittente per comunicare con gli altri operatori della squadra.

Il calcolo della distanza è fondamentale per regolare la pressione di lancio nel fucile e per valutare preventivamente la traiettoria con cui verrà sparato il dardo; ad esempio nella traiettoria a parabola si deve cercare di eliminare la parte del volo con direzione arcuata: ciò è possibile solo con l'esperienza dell'operatore e dopo una corretta stima della distanza uomo-animale.

3.3.4 – *Complicazioni*

Il lancio del dardo non risulta essere sempre perfetto, a causa delle molteplici variabili che lo regolano: le imperfezioni portano a delle vere e proprie complicazioni che la squadra di cattura deve essere sempre in grado di affrontare per ottenere dei risultati positivi.

Il primo problema che si può riscontrare è l'insuccesso nel lancio del dardo: la maggior parte delle volte esso dipende da errori commessi dall'operatore, tuttavia tutti i sistemi di iniezione sono propensi ad un'elevata probabilità di fallimento la quale è proporzionale al grado di complessità di funzionamento del meccanismo. A tal proposito, è opportuno preparare attentamente e controllare tutti i dardi prima del lancio. È necessaria una regolare manutenzione di tutti gli strumenti e tenerli in kit portatili ben organizzati per il facile ritrovamento. Esempi di casi di insuccesso nel lancio del dardo sono la carica esplosiva che non esplode oppure il blocco degli aghi o dello stantuffo.

Anche la temperatura ambientale può influire sul funzionamento dei dardi e modificarne la performance, soprattutto di quelli pressurizzati (*Isaza, 2007*). Valori di temperatura molto bassi possono provocare la rottura delle siringhe al momento dell'impatto con la cute dell'animale; inoltre a rigide temperature il farmaco può congelare e il gas compresso può avere meno pressione, causando modifiche nella dinamica del lancio.

Altro problema è la mancanza dell'iniezione di farmaco: questa eventualità può dipendere dalla stessa scelta dell'anestetico ma anche dall'iniezione in sedi improprie che possono risultare in effetti indesiderati. Ad esempio, dardi che iniettano il farmaco in strutture vascolari o nella cavità midollare delle ossa hanno rapida insorgenza d'azione, paragonabile alla somministrazione del farmaco per via endovenosa (*Isaza, 2007*). Al contrario, l'iniezione nella cute, sottocute, tendini e altri tessuti poco vascolarizzati porta ad un assorbimento lento del

principio attivo. Anche l'iniezione nel pannicolo adiposo sottocutaneo è da evitarsi per il lento assorbimento che si instaura, il quale potrebbe impedire il raggiungimento della concentrazione plasmatica efficace a causa del concomitante inizio del metabolismo del farmaco. Per evitare l'iniezione del farmaco nel grasso sottocutaneo si potrebbero usare degli aghi di lunghezza maggiore, ma uno studio di Cattet ha dimostrato come la probabilità che gli aghi provochino danni tissutali sia direttamente proporzionale alla loro lunghezza (*Cattet et al., 2006*). In uno studio successivo, Cattet ha eseguito una prova sperimentale sugli orsi polari per valutare l'efficacia dell'aggiunta di ialuronidasi alla miscela contenuta nel dardo. La ialuronidasi si è dimostrata essere per altre specie di mammiferi terrestri un fattore accelerante l'assorbimento del farmaco dal muscolo o dal grasso, permettendo di ridurre così i tempi di induzione: anche i risultati della ricerca registrano un miglioramento dell'immobilizzazione chimica con l'uso di basse dosi di ialuronidasi (150 UI per siringa), riducendo allo stesso tempo la quantità totale di miscela necessaria e il tempo di induzione. Cattet non riporta nessun effetto negativo sui parametri vitali o sui parametri biochimici del siero; al contrario, la ialuronidasi sembrerebbe coadiuvare la prevenzione dell'ipertermia tramite l'accelerazione dei tempi di induzione (*Cattet et al., 2010*).

In letteratura vi sono poche informazioni riguardo l'interazione tra farmaci nella stessa siringa, anche se è noto come le benzodiazepine, in particolare il diazepam, si leghino alla plastica e possano precipitare se miscelate con la ketamina (*Tanquilli et al., 2007*). Il principale fattore alterante per le caratteristiche del farmaco restano comunque le condizioni ambientali (ad esempio, l'esposizione alla luce per la ketamina). Secondo alcuni studi anche la preparazione preventiva dei dardi potrebbe modificare con il tempo la potenza e l'efficacia dei farmaci (*Kreeger, 2002*).

3.3.5 – Aspetti aerodinamici

La traiettoria di volo ottenibile con i dardi non è quasi mai precisa; inoltre questi strumenti risentono a lungo andare degli urti precedenti e ciò ne modifica le caratteristiche di volo. La variabile più importante per calcolare la traiettoria è la velocità di uscita: con velocità elevate si garantiscono traiettorie lineari, ma allo stesso tempo si ottiene una forza di impatto che crea traumi maggiori all'animale, senza contare la maggior instabilità dei dardi e la probabilità più elevata di un loro malfunzionamento.

Si è dunque costretti a usare valori bassi di velocità di lancio, ottenendo però delle traiettorie a parabola il cui arco aumenta all'aumentare della distanza dall'animale. Suddetto arco è compensabile con gli stabilizzatori di volo e con la correzione della direzione di lancio da parte di un operatore esperto.

3.3.6 – Pericoli per l'animale

Situazioni di criticità per la salute dell'animale possono essere principalmente emorragie, necrosi e fratture, queste ultime soprattutto a causa di movimenti improvvisi dell'animale intrappolato nel tentativo di liberarsi.

Molto importante è la scelta del sito di inoculo: per la maggior parte delle specie i muscoli della spalla sono ritenuti la sede di iniezione più sicura; tuttavia anche i muscoli del collo e il tricipite risultano essere un sito di inoculo adeguato nella teleanestesia (Isaza, 2007). Per gli ursidi in particolare, entrano in gioco le imponenti variazioni stagionali nella distribuzione corporea del grasso e ciò fa sì che si abbia una variabilità stagionale anche nelle sedi di iniezione preferenziali scegliendo in primavera i quarti posteriori e in inverno la spalla o il collo a causa del maggior deposito di grasso sul posteriore (Mazzi, 2008).



Fig. 3.6 – Sito di inoculo preferenziale per l'orso (foto tratta da www.aphis.usda.gov)

Prima del tiro va valutata la massa muscolare dell'animale attraverso la stima del *body condition score*: la presenza di trofia muscolare è quasi sempre indicativa di un buono stato di nutrizione. La profondità stimata del muscolo, infine, è importante anche per scegliere la lunghezza appropriata dell'ago, la quale dovrà tener conto anche della stima dello spessore della cute e del pannicolo adiposo sottocutaneo. Il diametro dell'ago va invece scelto stimando la probabilità di rottura all'impatto: ovviamente all'aumentare del diametro si avrà una robustezza maggiore ma allo stesso tempo aumenterà anche la traumaticità.

A tal proposito è noto come i dardi causino traumi per la loro energia cinetica e come il parametro con la maggiore influenza sui traumi causati sia la velocità (Kreeger, 2002). Anche la velocità di iniezione del farmaco è una variabile da

tenere in considerazione: un inoculo con tempistiche rapide può provocare dei traumi tissutali. Infine, la necrosi tissutale vera e propria è stata documentata in seguito ad uno studio condotto sulle siringhe con metodo di iniezione a carica esplosiva (*Wiesner, 1998*).

Nel periodo successivo al tiro l'animale si trova in un uno stato ansioso, nel quale scapperà oppure cercherà di liberarsi se è stata associata alla teleanestesia una tecnica di contenimento fisico: in questa fase critica l'orso potrebbe ferirsi a causa dei movimenti o giungere addirittura all'automutilazione; la già rimarcata tempestività nell'intervento è una pratica che permette di evitare questi eventi.

L'infezione nel sito di inoculo è un'eventualità rara, ma che può causare serie complicazioni: per quanto l'ago innestato sia sterile, esso trapassa la cute di un animale di cui non si conosce con precisione lo stato di salute. L'ago potrebbe quindi entrare a contatto con le popolazioni microbiche a livello di cute e trasmettere iatrogenicamente a livelli più profondi i batteri che troveranno nel tessuto traumatizzato un'ideale sede di proliferazione originando delle infezioni che possono diventare anche sistemiche. Per questo motivo è sempre consigliato l'uso preventivo di antibiotici ad ampio spettro e la disinfezione locale della ferita nel sito di inoculo (*Isaza, 2007*).

3.4 – Avvicinamento all'animale narcotizzato

L'avvicinamento all'animale è la fase di maggior rischio per l'incolumità dei componenti della squadra di cattura e pertanto va effettuata in condizioni di estrema sicurezza. Dopo il tiro è necessario che gli operatori si appostino silenziosamente in un luogo nascosto al campo visivo dell'orso, per osservarne le reazioni e decidere il momento in cui intervenire. Durante questa preliminare fase di osservazione si può anche effettuare un primo monitoraggio visivo della frequenza respiratoria e dei movimenti di reazione agli stimoli esterni. In genere ci si avvicina all'animale quando è a terra e se ne valuta lo stato di sedazione stimolandolo da lontano con un bastone. Se l'orso non reagisce allo stimolo si posiziona rapidamente un mascherina scura sugli occhi per ridurre l'intensità degli stimoli luminosi che potrebbero accelerarne il risveglio; si procede quindi alla pesatura per calcolare la dose effettiva di anestetico somministrata ed eventualmente iniettare una dose aggiuntiva se non sufficiente. Durante tutte queste fasi è fondamentale ridurre al minimo gli stimoli rumorosi in quanto sono stati riportati in letteratura risvegli improvvisi in seguito all'utilizzo dei protocolli xilazina-ketamina e medetomidina-ketamina (*Jalanka and Roeken, 1990; Cattet et al., 1999*) e la possibilità che si verifichino è inversamente proporzionale alla

presenza di rumori forti o vocalizzazioni dei cuccioli (*Jalanka and Roeken, 1990*), a cambiamenti di posizione e a stimoli dolorifici.

3.5 – Monitoraggio anestesiológico

Il monitoraggio è una pratica essenziale per individuare i cambiamenti fisiologici in tempo e per correggerli, evitando danni irreversibili assicurando allo stesso tempo una profondità adeguata del piano anestesiológico e un supporto efficiente nei casi di necessità.

E' pertanto fondamentale essere in possesso di un piano di monitoraggio specifico: i protocolli adottati devono essere scritti, in aggiunta all'annotazione di dati su apposite cartelle cliniche per finire con delle liste di controllo elencanti le azioni da svolgere per evitare possibili dimenticanze. Tali annotazioni oltre ad essere un importante strumento di ricerca a posteriori, possono fungere anche da documenti di valore legale.

3.5.1 – Valutazione del piano anestesiológico

La profondità anestesiológica raggiungibile dipende da farmaco, dosaggi, specie, stato fisiológico e presenza o assenza di patologie. In genere, si considera un'aumento della profondità del piano quando il tono muscolare della mandibola o dello sfintere anale diminuisce, quando il riflesso palpebrale e corneale sono inibiti e quando il respiro diventa regolare e ampio. Durante le varie fasi dell'anestesia la pupilla è dapprima centrale, poi si ventroflette fino a ritornare nuovamente centrale con un piano troppo profondo. Tuttavia alcuni farmaci possono modificare questo spostamento dell'occhio: ad esempio la ketamina tende a mantenere l'occhio in posizione centrale e in tal caso bisogna prendere in considerazione questo effetto per valutare correttamente il piano dell'anestesia (*Heard, 2007*).

Molto importante è anche la valutazione dell'analgesia nell'animale catturato: indicativi di un'analgesia inadeguata sono segni quali tachicardia, ipertensione, tachipnea in risposta a stimoli dolorifici; in questi casi è opportuno interrompere lo stimolo e somministrare un efficace analgesico (*Heard, 2007*).

Accorgersi tempestivamente di un piano che si sta superficializzando è fondamentale per la sicurezza degli operatori: segni quali atti respiratori sempre più frequenti e meno ampi o l'ammiccamento spontaneo dell'animale sono indice di un'anestesia superficiale; movimenti degli arti o masticazione a vuoto sono premonitori di una situazione critica, che necessita di intervento immediato se si assiste anche al movimento della testa (*Mazzi, 2008*).

3.5.2 – Monitoraggio cardiocircolatorio

L'auscultazione e la palpazione del polso sono due tra i monitoraggi di base per l'apparato cardiovascolare in quanto forniscono importanti informazioni senza la necessità di strumentazioni sofisticate. Il polso è palpabile a livello di arteria femorale o brachiale: la frequenza cardiaca fisiologica nell'orso sembra essere di 40-50 bpm, anche se l'autore non specifica se riferito ad animali svegli o anestetizzati (*Wallach, 1978*). Tuttavia viene considerata normale una frequenza di 70-90 bpm con il protocollo zolazepam-tiletamina e di 50-70 bpm se si utilizzano xilazina-zolazepam-tiletamina o medetomidina-zolazepam-tiletamina (*Caulkett, 2007*). Con il fonendoscopio invece è possibile auscultare i toni cardiaci, definirne ritmo, timbro e presenza o meno di eventuali rumori patologici come ad esempio i soffi. Lo stetoscopio esofageo è uno strumento molto utile, non molto costoso ma ancora poco diffuso che permette di valutare i rumori sia del polmone che del cuore.

Altro monitoraggio di base è la valutazione del tempo di riempimento capillare: solitamente si comprime la mucosa buccale o gengivale e si calcola il tempo di riperfusione che dev'essere inferiore ai 2 secondi. Con questa tecnica è una misura indiretta del grado di perfusione tissutale periferica, tuttavia è un parametro alterato dagli anestetici vasocostrittori quali gli α_2 -agonisti: tale vasocostrizione dev'essere distinta da quella provocata da ipotermia, ipovolemia e ipotensione.

Per un monitoraggio più accurato dell'apparato circolatorio si può sfruttare la misurazione della pressione arteriosa fundamentalmente come indicatore della perfusione tissutale ma anche per valutare lo stato di analgesia dell'animale. La misura della pressione indiretta in campo si ottiene generalmente con il metodo oscillometrico, manuale o automatico: esso consiste nel posizionamento a livello di metatarsale o metacarpale di una cuffia del diametro di 0,4 volte la circonferenza dell'arto, la cui pressione viene aumentata manualmente e meccanicamente per poi essere diminuita lentamente in modo da rilevare il flusso pulsatile e le variazioni corrispondenti sia alla pressione diastolica che a quella sistolica. Tuttavia non esistono strumenti validati per la misurazione della pressione con metodo indiretto nell'orso e pochi sono validati perfino nei piccoli animali pertanto, se il valore rilevato non può essere ritenuto perfettamente corrispondente alla pressione reale dell'animale, la sua valutazione permette di rilevare variazioni della stessa nel tempo ed avere così un'idea, seppure imprecisa, di quanto sta accadendo all'animale. La pressione può essere misurata anche direttamente, ma questo metodo richiede un monitor costoso e la presenza di un accesso arterioso; il vantaggio di una misurazione diretta è la lettura costante dei valori e una fonte pronta di sangue da utilizzare per un'eventuale analisi emogas. Il

valore della pressione arteriosa media in orsi anestetizzati con il protocollo tiletamina-zolazepam è di 150 mmHg (Caulkett et al., 1999); lo stesso studio riporta valori superiori ai 200 mmHg con l'utilizzo di medetomidina-zolazepam-tiletamina, considerando ipertensione tale situazione e citandola tra i maggiori effetti collaterali del protocollo, in accordo con quanto accade negli orsi neri americani (*Ursus americanus*) (Caulkett et al., 1997).

Tra i monitoraggi un po' più complessi si inserisce l'ECG: esso è responsabile nello specifico del monitoraggio cardiaco e attualmente sono a disposizione numerosi macchinari portatili utilizzabili in campo a fronte di una spesa economica iniziale da sostenere. L'elettrocardiogramma è particolarmente indicato nei casi in cui già dall'auscultazione si riscontri un polso dal ritmo anormale: esso permette di identificare con chiarezza l'onda P, il complesso QRS e l'onda T rilevando ogni minima variazione che si discosti dal fisiologico andamento cardiaco. Negli orsi sono utilizzate le classiche derivazioni che si utilizzano nella clinica del cane e del gatto; gli elettrodi a coccodrillo sono applicati a livello di pelle sovrastante l'olecrano e la patella, mentre gli elettrodi adesivi vengono posizionati sui polpastrelli anteriori e posteriori e risultano avere una maggiore accuratezza nella rilevazione dei dati (Gandolf et al., 2010).

3.5.3 – Monitoraggio respiratorio

La fisiologica frequenza respiratoria dell'orso bruno varia dai 15 ai 30 respiri al minuto (Wallach, 1978): essi si possono contare osservando l'escursione del fianco durante la respirazione oppure per mezzo dell'auscultazione. Anche per monitorare l'apparato respiratorio, infatti, il fonendoscopio risulta di fondamentale ausilio per la valutazione del murmure vescicolare e per l'identificazione di rumori patologici quali i crepitii. Anche la valutazione del colore delle mucose può fornire delle informazioni sullo stato di ossigenazione delle mucose: al pari delle mucose dei carnivori, quelle dell'orso sono di colore rosa acceso e tendono ad assumere una colorazione bluastra negli stati di ipossia.

Tuttavia per valutare l'ossigenazione del sangue si dispone di un altro strumento portatile e poco costoso, anche se non molto accurato, che misura la saturazione dell'ossigeno e la frequenza cardiaca insieme. Più precisamente, il pulsossimetro stima la saturazione dell'emoglobina arteriosa tramite la riflessione della luce infrarossa da parte dei globuli rossi. Il valore è dato in misura percentuale e si considera fisiologico quando è maggiore al 90%. Solitamente il pulsossimetro è posizionato sulla lingua; in alternativa lo si può applicare alla mucosa buccale, vulvare o prepuziale. Questo strumento ha però molti limiti: poiché effettua le misurazioni tramite l'applicazione di una sonda in un sito che dev'essere adeguatamente perfuso, i valori non sono accurati in presenza di vasocostrizione,

ipotensione, ipovolemia e ipotermia. Tale mancanza di sensibilità si esprime in una tendenza a sottostimare la saturazione ad alti valori di SaO_2 e, viceversa, a una sua sovrastima per basse registrazioni di SaO_2 (Fahlman et al., 2010). Un altro svantaggio dell'utilizzo del pulsossimetro è che esso non fornisce una risposta rapida nei casi in cui si somministra ossigeno supplementare.



Fig 3.7 – Misurazione della SpO_2 con un pulsossimetro portatile (tratta da www.blog.timesunion.org)

Uno strumento molto efficace per il monitoraggio è l'emogas, disponibile come analizzatori portatili che necessitano di piccoli volumi di sangue per la lettura attraverso le apposite cartucce. Questi dispositivi portatili sono molto costosi, ma possono essere trasportati facilmente e hanno l'enorme vantaggio di fornire indicazioni attendibili riguardo l'efficacia della ventilazione effettuata e di valutare in tempo quasi reale la precisa ossigenazione del sangue e l'equilibrio acido-base. Lo svantaggio principale, oltre al costo e la sensibilità a temperature troppo alte o troppo basse, è quello di necessitare di sangue arterioso, prelevabile dall'arteria femorale o anche dalla metatarsale, oltre che venoso per il monitoraggio della funzione respiratoria.

Infine, la capnografia e capnometria è un monitoraggio utile della concentrazione di anidride carbonica nei gas espirati. Essa richiede l'utilizzo di un monitor che analizzi la concentrazione di CO_2 nell'expirium per mezzo di un sensore che deve essere collegato al tracheotubo. Normalmente i valori di anidride carbonica espirata si aggirano intorno ai 35-45 mmHg; essi aumentano in caso di ipoventilazione o ipertermia, mentre diminuiscono in presenza di iperventilazione. Valori minori rispetto a quelli attesi si registrano in caso di ipotermia, evenienza imputabile a un generale rallentamento del metabolismo con il calo della temperatura corporea. Interessante inoltre è valutare i valori di CO_2 espirata in contemporanea con l'emogas analisi per evidenziare l'eventuale presenza di shunt polmonari.

3.5.4 – Monitoraggio della temperatura corporea

La temperatura rettale fisiologica per un orso bruno in letteratura è ritenuta essere di 36,5–38,5°C (Wallach, 1978). Per misurarla è necessario un semplice termometro, preferendone uno digitale per velocizzare i tempi di lettura della misurazione ed evitando quelli costruiti in vetro per il possibile rischio di rottura. La sede rettale è quella maggiormente utilizzata; è possibile misurare la temperatura anche a livello buccale o vaginale, tuttavia per tali sedi non sono riportati parametri di riferimento (Mazzi, 2008). La temperatura può essere fortemente influenzata, oltre che dalla temperatura ambientale, anche dai farmaci anestetici somministrati, dalla durata della fase precattura e da quella del contenimento farmacologico. È quindi importante valutare questo parametro ad intervalli di tempo durante tutta la procedura per individuare eventuali situazioni di ipotermia o di ipertermia (Ko and West, 2007).

3.5.5 – Monitoraggio dello stato di idratazione

Si è già visto come l'idratazione sia un fattore discriminante nella scelta della somministrazione endovenosa di fluidi. Per valutare lo stato di idratazione si può alzare la plica cutanea e valutare il tempo di ritorno in sede, anche se tale pratica può risultare difficile per la presenza dell'abbondante pannicolo adiposo sottocutaneo (Heard, 2007). Il monitoraggio dello stato di idratazione può altresì essere effettuato mediante la valutazione dell'ematocrito, informazione fornita dall'emogas analisi. La disidratazione provoca anche secchezza generale delle mucose e la minor produzione di film lacrimale: è sempre consigliabile applicare una pomata oftalmica lubrificante per evitare lesioni corneali soprattutto in seguito alla somministrazione di ketamina (Thomson, 2011).

6 – Sicurezza degli operatori della squadra di cattura

La cattura è ritenuta un evento rischioso sotto molteplici punti di vista e pertanto necessita di un piano di evacuazione sempre pronto. L'animale in sé è il fattore di rischio maggiore, anche se non è l'unico: l'orso può essere per gli operatori fonte di traumi quali graffi, morsi e calci, parzialmente mitigabili con un abbigliamento protettivo. Quando si entra a contatto con un animale si deve sempre mettere in preventivo la possibilità di trasmissione di zoonosi: per quanto riguarda gli orsi le patologie più frequentemente trasmissibili risultano essere le malattie parassitarie e l'onicomicosi in particolar modo (Hill et al., 1989). A tal proposito ci si può difendere con un'abbigliamento adeguato, l'utilizzo dei guanti e l'attenzione posta nelle manualità. Data la particolarità dell'ambiente silvestre in cui spesso si effettuano le catture avere una profilassi antirabbica potrebbe risultare utile.

Per quanto riguarda l'ambiente di cattura in senso generale, spesso gli operatori si trovano a dover affrontare delle temperature rigide, cambiamenti repentini del clima e altitudini elevate; nebbia e neve possono essere dei fattori limitanti l'orientamento in campo. Si deve sempre valutare la presenza nel territorio di altri animali pericolosi per l'uomo e in tal caso adottare le precauzioni necessarie. La comunicazione è indispensabile sia tra gli operatori durante la cattura, sia tra la squadra e persone terze che possano mandare i soccorsi in caso di necessità; pertanto la copertura di rete è sempre da controllarsi nelle fasi prodromiche alla cattura.

Per quanto riguarda la fase di preparazione dei dardi l'evento più rischioso è il caricamento, in particolare la fase di pressurizzazione, per l'esposizione ai farmaci che sottointende. I rischi connessi a iniezioni accidentali di farmaco non devono essere sottovalutati e i guanti devono sempre essere indossati. Tutti i membri della squadra dovrebbero avere nozioni basiche sulla rianimazione cardio-polmonare e saper intervenire nelle operazioni di primo soccorso (*Alberta Wildlife Animal Care Committee Class Protocol #005, 2005*).

Molti traumi possono avere luogo anche durante le fasi di preparazione del sito di cattura, soprattutto durante il controllo del funzionamento del laccio di Aldrich e di alcune trappole con meccanismo di chiusura a ghigliottina. Al momento del tiro del dardo, le armi possono essere pericolose non tanto per l'operatore addetto al porto del fucile ma per gli altri membri della squadra. Per le catture in elicottero, infine, il rischio connesso al volo in relazione all'altitudine e alle condizioni climatiche non è indifferente.

Capitolo 4 - Anestetici di uso comune nel campo dell'anestesiologia degli ursidi

Negli ultimi anni le catture e le sedazioni di ursidi sono state oggetto di attività di studio e ricerca ai fini di standardizzare il più possibile i protocolli anestesiológicos e salvaguardare così la salute degli animali. I ricercatori hanno utilizzato diverse tipologie di procedure, giungendo all'elaborazione di cinque protocolli principali, i quali sembrano essere i più sicuri dal punto di vista anestesiológico e che verranno presi in considerazione in questo capitolo.

4.1 – Xilazina o medetomidina in associazione con ketamina

La xilazina è stato il primo α_2 -agonista ad essere utilizzato nella pratica anestesiológica veterinaria, ma è ormai da tempo superata dalla medetomidina a causa del suo effetto meno selettivo sui recettori α_2 rispetto a quest'ultima. Entrambi questi farmaci hanno effetti simili sull'organismo, specialmente sull'apparato cardio-circolatorio e hanno anche proprietà analgesiche di breve durata. Il caratteristico cambiamento della frequenza cardiaca registrato con l'uso degli α_2 -agonisti è imputabile alla stimolazione di questi farmaci sui recettori α_2 sia dei vasi periferici che del sistema nervoso centrale. Tale stimolazione produce un effetto con andamento bifasico: durante la prima fase si ha l'innalzamento della pressione arteriosa come risposta immediata alla vasocostrizione provocata dalla stimolazione dei recettori α_2 nei vasi periferici; l'aumento della pressione scatena la riflessa riduzione della frequenza cardiaca mediata dalla stimolazione dei barocettori. La vasocostrizione periferica indotta dalla medetomidina dura circa venti minuti e durante la seconda fase dell'effetto del farmaco la pressione ritorna a valori normali o leggermente inferiori a quelli fisiologici. Nonostante questo ritorno alla normalità, la bradicardia è presente anche nella seconda fase come conseguenza della stimolazione dei recettori α_2 del sistema nervoso centrale che provocano la diminuzione del tono simpatico (Murrell, 2011). La xilazina inoltre agisce anche come agonista dei recettori α_1 del cuore e sembra sensibilizzare il miocardio alle catecolamine (Clutton, 2011). In generale, gli α_2 -agonisti causano una riduzione della gittata cardiaca per un meccanismo ancora non completamente compreso ma che sembra essere multifattoriale: l'aumento del post-carico dovuto alla vasocostrizione periferica è ritenuto essere uno di questi fattori. In animali sani

questa evenienza non compromette l'adeguata perfusione tissutale, tuttavia potrebbe essere un serio fattore di rischio per animale con patologie preesistenti. Per quanto riguarda gli altri apparati, gli α_2 -agonisti hanno conseguenze lievi sul respiratorio pur causando una riduzione della frequenza e del volume tidale dose-dipendente e temporanee apnee, possono aumentare la produzione di urina a causa di una riduzione della secrezione di vasopressina e renina, provocano un transitorio stato iperglicemico per la ridotta secrezione di insulina endogena e riducono il metabolismo epatico dei farmaci dovuto a una minore perfusione: questi effetti sono considerati di entità trascurabile in animali sani. Nonostante ci sia un effetto depressante diretto sui centri termoregolatori, la vasocostrizione periferica consente di ridurre la perdita di calore corporeo mantenendo così uno stato di normotermia; xilazina e medetomidina sono però associate ad una minore produzione di film lacrimale (Thomson, 2011).

La premedicazione con un α_2 -agonista riduce il volume delle dosi efficaci degli altri farmaci (*drug sparing effect*) e questo è da tenere in considerazione per evitare il rischio di sovradosaggio di anestetici, pericoloso in quanto la sedazione è dose-dipendente. L'enorme vantaggio della medetomidina è di essere rapidamente antagonizzabile utilizzando l'atipamezolo, uno specifico antagonista dei recettori α_2 . La via di somministrazione raccomandata per questo antagonista è quella intramuscolare, con la quale si ottengono risvegli rapidi ma dolci. La somministrazione intravenosa, invece, risulta in un rapidissimo risveglio che porta ad una fase di eccitazione indesiderabile e pertanto non è raccomandata se non nelle situazioni in cui sia necessario antagonizzare rapidamente gli effetti indesiderati del farmaco (Murrell, 2011). La yohimbina è invece un antagonista più specifico per la xilazina.

Per ridurre gli effetti collaterali della medetomidina è pratica comune somministrare dosi di atipamezolo inferiori alla dose richiesta per il risveglio totale: in tal modo si può contrastare ad esempio un'eccessiva riduzione della frequenza cardiaca perdendo però l'effetto analgesico del farmaco. Al fine di limitare le ripercussioni negative di un'eccessiva bradicardia sulla pressione sanguigna si può ricorrere all'uso di piccole dosi di atropina, la quale aumenta la frequenza cardiaca e, in caso di vasocostrizione, incrementa il lavoro cardiaco (Mosley and Gunkel, 2007). Alternativamente è possibile somministrare piccole dosi di ketamina, efficace in virtù delle sue proprietà simpatico-mimetiche. Infatti nella seconda fase dell'effetto, quando la bradicardia si instaura a causa della riduzione del tono simpatico a livello di sistema nervoso centrale la ketamina può essere efficace nell'incrementare la frequenza cardiaca.

La ketamina è una miscela racemica dall'ottima maneggevolezza ma di natura acida e, come tale, irritante se somministrata per via intramuscolare; inoltre, per garantirne le proprietà farmacologiche dev'essere protetta dalla luce. La ketamina penetra la barriera emato-encefalica e grazie al rapido assorbimento e distribuzione i suoi effetti si instaurano molto velocemente. Grazie alle sue caratteristiche induce una depressione dose-dipendente del sistema nervoso centrale, la quale porta ad uno stato dissociativo caratterizzato da profonda analgesia e amnesia ma con il mantenimento dei riflessi oculare, laringeo e faringeo. Questo stato catalettico è ottenuto grazie all'inibizione delle vie talamo-corticali e alla stimolazione del sistema limbico. L'esatta modalità d'azione della ketamina è molto complessa e prevede l'interazione con molti recettori tra i quali gli N-metil-D-aspartato (NMDA) e non-NMDA, i recettori nicotinici, muscarinici e i recettori per gli oppioidi; è stata inoltre descritta un'inibizione voltaggio-dipendente dei canali per il sodio e il calcio (*Kastner, 2011*). Tuttavia sembra che la maggior parte degli effetti sia dovuta all'antagonismo dei recettori NMDA, i quali a livello di midollo spinale impediscono la trasmissione dello stimolo nocicettivo al sistema nervoso centrale, garantendo così l'analgesia.

La sua farmacocinetica prevede un inizio degli effetti rapido a causa della sua liposolubilità e del suo basso legame con le proteine plasmatiche. La metabolizzazione avviene per via epatica e il maggior metabolita escreto, la norketamina, è attivo e possiede circa il 10-30% della potenza della ketamina; l'escrezione ha sede a livello renale e pertanto l'uso sarebbe da evitarsi in animali con disfunzioni degli organi emuntori.

L'effetto cardiovascolare della ketamina è peculiare in quanto è stimolante e causa un aumento della frequenza cardiaca e della gittata; queste risposte dell'organismo risultano però in un maggiore consumo di ossigeno che potrebbe essere un problema in pazienti con patologie cardiocircolatorie. Al contrario, la ketamina ha anche un effetto diretto depressante sul miocardio: normalmente predomina l'effetto stimolante ma alte dosi di farmaco per via endovenosa potrebbero esitare in una transitoria ipotensione. Gli effetti sull'apparato respiratorio prevedono un'iniziale depressione respiratoria spesso seguita da un tipo di respiro detto apneustico, caratterizzato da un periodo di aumento della frequenza respiratoria seguito da un periodo di apnea che risulta comunque in una riduzione del volume/minuto. Per quanto riguarda il sistema nervoso centrale, la ketamina aumenta la pressione intracranica, nonché il flusso e il metabolismo cerebrale. Inoltre, essa annovera tra gli effetti collaterali l'aumento della secrezione salivare, che potrebbe richiedere l'utilizzo di atropina, e la possibilità di avere convulsioni, evento controllabile con la somministrazione di benzodiazepine. Il risveglio

ketaminico è caratterizzato da eccitabilità e da una risposta esagerata agli stimoli esterni, pertanto viene considerata una fase critica e va adeguatamente monitorata.

La miscela xilazina-ketamina è generalmente usata per procedure di breve durata in orsi di piccole dimensioni, considerato lo svantaggio del rischio di risvegli improvvisi. Tra gli effetti collaterali si annoverano, oltre alle convulsioni, anche fenomeni di ipertermie (Caulkett, 2007). Come antidoto è utilizzabile la yohimbina, tuttavia, date le alte dosi necessarie di ketamina, non vengono mascherati gli effetti collaterali tipici ketaminici, quali rigidità, convulsioni e ipertermia (Ramsay et al., 1985).

L'utilizzo di medetomidina e ketamina miscelate tra di loro presenta l'enorme vantaggio di ridurre il volume di farmaco somministrato complessivamente e permette di utilizzare una dose di ketamina più bassa, riducendone di conseguenza gli effetti collaterali sull'animale. Inoltre somministrando l'atipamezolo si ridurranno convulsioni e rigidità di un risveglio ketaminico (Caulkett, 2007).

Nello studio di Jalanka sui mammiferi non domestici viene messo in luce come con la medetomidina sia possibile ottenere una sedazione dose-dipendente, mentre la ketamina sia indispensabile per una completa immobilizzazione. L'induzione è in questo caso dolce e il miorilassamento raggiunto dall'animale è da buono ad ottimo; ad alte dosi si può ottenere ariflessia. Nei carnivori, tuttavia, le dosi di ketamina sono generalmente più elevate e per tale motivo l'autore preferisce utilizzare una dose minore di atipamezolo intramuscolare o sottocutaneo, raggiungendo un rapporto atipamezolo:medetomidina di circa 2:3; ciò permetterebbe di avere un risveglio tranquillo e con minimi effetti ketaminici residui. Tali risvegli inizierebbero durante la terza ora successiva all'iniezione di atipamezolo e diverrebbero completi entro quattro ore. Tuttavia sono stati documentati dei risvegli improvvisi nell'orso bruno, che hanno comportato l'utilizzo di questa miscela solo da parte di personale esperto per brevi procedure e con un costante monitoraggio della profondità del piano anestesiológico (Jalanka et al., 1990).

4.2 – Zolazepam – Tiletamina

In commercio si trovano dei composti già miscelati di zolazepam e tiletamina nelle giuste proporzioni, i quali nonostante contengano la tiletamina che di fatto è un farmaco stupefacente, in Italia non vengono considerati tali, semplificandone l'uso dal punto di vista burocratico e legislativo. La miscela va ricostituita al momento della preparazione dei dardi, prestando attenzione ad evitare la formazione di

precipitato e conservandola a temperatura ambiente per un massimo di 4 giorni (*Kastner, 2011*).

Lo zolazepam è una benzodiazepina con proprietà miorilassanti e anticonvulsivanti unicamente disponibile associata alla tiletamina; quest'ultima è un analogo della ketamina ed è responsabile dei medesimi effetti e di uno stato dissociativo catalettico simile ma di durata maggiore. Questo protocollo ha il vantaggio di assicurare un rapido tempo di induzione e risvegli lenti, dolci e prevedibili; tuttavia questi ultimi diventano particolarmente prolungati soprattutto in caso di orsi di notevoli dimensioni e somministrazioni di dosi ripetute (*Caulkett, 2007*). Gli effetti collaterali sono complessivamente minimi su apparato cardiovascolare e respiratorio, pertanto questo protocollo possiede un elevato margine di sicurezza (*Caulkett et al., 1999*); tuttavia manca la disponibilità di un antagonista efficace e c'è la totale mancanza di analgesia. Un altro svantaggio importante è quello della difficile valutazione del piano anestesilogico raggiunto in quanto l'animale mantiene il riflesso oculare, laringeo e faringeo; inoltre, la tiletamina è responsabile dell'aumento delle secrezioni salivari che potrebbe necessitare della somministrazione aggiuntiva di atropina (*Kastner, 2011*).

4.3 – Medetomidina – Zolazepam – Tiletamina

Usare la miscela liquida di medetomidina come solvente per la polvere di zolazepam-tiletamina pone l'indiscutibile vantaggio di ottenere una sedazione con volumi minimi, i quali ben si adattano ai dardi di capacità limitata. Grazie a tale associazione, in questo protocollo si ha una migliore analgesia rispetto all'utilizzo della sola miscela zolazepam-tiletamina e si possono antagonizzare velocemente gli effetti della medetomidina con l'atipamezolo somministrato in dosi equivalenti a 3-4 volte la dose di medetomidina (*Caulkett, 2007*). Attualmente questa associazione rappresenta il protocollo di più ampio e collaudato utilizzo nell'anestesiologia degli ursidi, nonostante provochi ipertensione e ipossiemia come maggiori effetti collaterali (*Caulkett and Cattet, 1997; Caulkett et al., 1999*). L'ipossiemia è risultata essere l'effetto più pericoloso, pertanto in questi ultimi anni sono stati studiati con particolare attenzione vari metodi per ridurre l'entità, i quali verranno esaminati nel capitolo a parte sulle principali complicazioni anestesilogiche durante una cattura.

4.4 – Xilazina – Zolazepam – Tiletamina

In un protocollo comprendente xilazina, zolazepam e tiletamina la dose efficace risulta essere minore rispetto alla somministrazione dei soli zolazepam-tiletamina e i due maggiori effetti collaterali sono, anche in questo caso, l'ipertensione e l'ipossiemia (Cattet *et al.*, 2003); quest'ultima solitamente non è grave e risponde bene alla supplementazione con ossigeno. Da sottolineare la possibilità di una lieve analgesia con tale miscela. L'immobilizzazione ottenuta è efficace, con un buon grado di rilassamento muscolare; tuttavia vi sono alcuni segni quali il sollevamento della testa e il movimento degli arti che possono essere premonitori di un risveglio imminente. Il risveglio ha lo svantaggio di non essere rapido, nonostante risulti essere comunque più veloce della miscela zolazepam-tiletamina usata da sola (Caulkett, 2007). La parte xilazinica è potenzialmente antagonizzabile con la yohimbina o l'atipamezolo.

4.5 – Altri farmaci utilizzabili

L'anestesia gassosa è di utilizzo comune nella pratica dei piccoli animali e può essere utilizzata anche negli orsi che richiedono procedure invasive e prolungate; questa scelta necessita però dell'intubazione dell'animale e di un apparecchio di anestesia e di bombole di ossigeno che talvolta non è possibile trasportare al sito di cattura, pertanto l'utilizzo è molto limitato in campo. L'animale è solitamente premedicato con una delle precedenti combinazioni di farmaci e successivamente intubato; il mantenimento avviene poi per mezzo di agenti volatili quali l'isoflurano e il sevoflurano. L'isoflurano rappresenta attualmente la scelta d'elezione soprattutto per il vantaggioso rapporto costo/beneficio; inoltre, esso induce una vasodilatazione che tende a contrastare l'effetto ipertensivo provocato da alcuni potenti α_2 -agonisti. Tuttavia, essendo l'ipotensione e la depressione respiratoria i maggiori effetti collaterali dell'isoflurano è opportuno tenere monitorate tanto la pressione arteriosa quanto l'end-tidal CO₂ per intervenire tempestivamente in caso di variazione di questi due parametri. Il risveglio che segue il mantenimento con isoflurano è dolce e per velocizzarlo si possono antagonizzare gli α_2 -agonisti se presenti nella combinazione di premedicazione iniziale (Caulkett, 2007).

Anche il propofol è comunemente usato per la sedazione, l'induzione e il mantenimento dell'anestesia nelle specie domestiche e non grazie alla rapidità dell'effetto e alla sua breve durata d'azione senza il rischio di accumulo. Il farmaco deve necessariamente essere somministrato per via endovenosa e questo richiede la presenza di un accesso venoso ma assicura un rapido inizio dell'effetto

sull'organismo dell'animale e la possibilità di modificare rapidamente il piano anestesiológico in base alle esigenze degli operatori. La breve durata d'azione potrebbe in un certo senso essere considerata uno svantaggio in quanto, per mantenere il piano anestesiológico desiderato, è necessaria una somministrazione in boli o continua che richiede pertanto una persona dedicata: inoltre per animali di grossa mole sarebbe più facile utilizzare soluzioni più concentrate rispetto a quelle in commercio per la medicina veterinaria e tali formulazioni sono reperibili solo tramite farmacie ospedaliere. Il propofol è stato tuttavia utilizzato per il mantenimento dell'anestesia di un orso bruno in condizioni cliniche critiche (*personal comment, dott.sse De Benedictis - Fraquelli*).

Capitolo 5 – Principali complicazioni nel corso di una cattura

L'evento della cattura è di per sé pericoloso e stressante per l'animale sotto il punto di vista fisico e psicologico. Anche nei casi in cui l'orso non viene contenuto ma immediatamente sedato, come per il lancio di dardi dall'elicottero, l'animale è comunque sottoposto a stress e fatica fisica durante il tentativo di fuga; inoltre ogni farmaco interagisce con la fisiologia dell'animale, provocando effetti collaterali a volte anche gravi. Nella fase che precede l'anestesia vera e propria a volte il plantigrado può ferirsi con i sistemi di contenimento nel tentativo di liberarsi, provocandosi escoriazioni, lussazioni e, nei casi più infausti, arrivare alla frattura di un arto. Durante l'anestesia determinati tipi di decubito prolungato possono dar luogo a compressione dei nervi, a cui consegue paresi, oppure compressione muscolare che si traduce in anossia, ipoperfusione tissutale e fenomeni necrotici a carico della parte compressa. Un altro momento critico è considerata la ripresa dei comportamenti alimentari e della vita sociale; quest'ultima è da tenersi in considerazione nel caso di gerarchie ben consolidate tra gli animali o nell'eventualità in cui sia stata anestetizzata un'orsa con i cuccioli. Seppur sporadico, in letteratura è stato ampiamente descritto il fenomeno della rinarcoosi (*Mazzi, 2008*), tipico degli oppiacei, per mezzo del quale l'animale ricade in uno stato di torpore simil-sedativo anche a distanza di un risveglio ritenuto completo.

Passeremo ora a descrivere brevemente le principali cause di patologie nei carnivori selvatici in anestesia, le quali vanno sempre prevenute con determinati accorgimenti per preservare la salute dell'animale anche nella fase del post-risveglio.

5.1 – Stress

Nella fase pre-anestesiologica lo stress è da tenere in alta considerazione come fattore modulante la risposta ai farmaci: un organismo stressato risponderà in maniera inaspettata alle dosi di anestetico che si userebbero in una situazione normale e ciò potrebbe portare al pericolo di vita per l'animale ma anche per gli operatori se il sedativo risultasse essere totalmente inefficace (*Mazzi, 2008*). Tuttavia, la fase precedente all'immobilizzazione chimica non è l'unica durante la quale l'animale subisce lo stress, quindi questo fenomeno merita un'approfondita descrizione dei meccanismi scatenanti ai fini di ridurre gli effetti collaterali.

Lo stress è una risposta non specifica e generalizzata dell'organismo a qualsiasi fattore che modifichi le fisiologiche capacità di mantenimento dell'omeostasi; l'agente che induce la risposta è definito stimolo stressogeno. Nella vita quotidiana di un animale lo stress non è un evento prettamente negativo: le risposte compensatorie evocate possono essere rafforzative dell'abilità di sopravvivenza e pertanto questo tipo di stress viene definito come *eustress*. Al contrario, si intende come *distress* qualsiasi stimolo (ad esempio, il contenimento fisico, il trasporto, il dolore e l'anestesia) che possa indurre risposte dannose e cambiamenti patologici nell'organismo.

Durante le catture e l'immobilizzazione chimica è in genere presente un tipo di stress acuto, il quale si riduce fortemente per gli animali narcotizzati in cattività (Arnemo, 2007). Tale stress è indotto da stimoli fisici (traumi, chirurgie, temperature estremamente fredde o calde), chimici (ridotta disponibilità di ossigeno, disequilibrio acido-base, farmaci anestetici), fisiologici (attività fisica intensa, emorragie, shock, dolore, infezioni) ed emotivi (ansia, paura). Tutti gli stimoli stressogeni provocano un'aspecifica risposta generalizzata: quando uno stimolo stressogeno è riconosciuto, infatti, vengono attivate sia vie neuronali che ormonali per fronteggiare l'emergenza. La soggettività delle risposte allo stress è influenzata direttamente o indirettamente dall'ipotalamo: esso potenzialmente riceve segnali da tutte le aree del cervello e da molti recettori localizzati nell'organismo, attivando l'asse ipotalamo-ipofisi-surrene e il sistema simpatico in risposta agli stimoli stressogeni. Con l'attivazione del sistema simpatico si ha un massivo rilascio di catecolamine dalla midollare surrenale, responsabili degli effetti fisiologici dello stress sull'animale: la frequenza cardiaca, la pressione arteriosa e la gittata cardiaca aumentano, il flusso sanguigno ai muscoli scheletrici e cardiaco aumenta per la vasodilatazione, mentre diminuisce la perfusione degli organi viscerali a causa della vasocostrizione in questi distretti. Inoltre, la contrazione splenica può aumentare il valore dell'ematocrito fino a più della metà e l'aumentata aggregazione piastrinica accelera gli eventuali processi di coagulazione. Le catecolamine sono responsabili anche della contrazione degli sfinteri degli apparati gastro-intestinale e urinario, aumentano i tassi metabolici dell'organismo e inibiscono la secrezione dell'insulina stimolando allo stesso tempo la secrezione di glucagone che innalza i valori di glicemia. L'aumentato metabolismo è responsabile di un incremento del consumo di ossigeno che risulta in un aumento della frequenza respiratoria che non è comunque in grado di garantire il mantenimento di un metabolismo aerobico: si instaura così una via metabolica di tipo anaerobico durante il quale l'acido lattico prodotto è rilasciato dal muscolo e a sua volta convertito in glucosio nel fegato. A livello oculare, l'azione delle catecolamine esita nella dilatazione della pupilla e aggiustamento della visione da lontano.

La risposta ormonale allo stress si instaura in seguito all'attivazione dell'asse ipotalamo-ipofisi-surrene: gli impulsi nervosi giunti all'ipotalamo dal sistema nervoso centrale in risposta ad uno stimolo stressogeno provocano la secrezione del *corticotropin-releasing hormon* (CRH), il quale raggiunge l'adenoipofisi e stimola il rilascio di ormone adrenocorticotropo (ACTH). L'ACTH attraverso il circolo ematico giunge alla corticale del surrene e a sua volta stimola il rilascio dei glucocorticoidi cortisolo e corticosterone che entrano in un sistema di feedback negativo: essi hanno infatti un effetto inibitorio sulla produzione di CRH e ACTH che in situazioni fisiologiche consente il mantenimento di un livello costante di glucocorticoidi secreti in circolo in modo pulsatile. Durante uno stress acuto però si assiste ad un aumento del rilascio di glucocorticoidi il quale è generalmente proporzionale all'intensità dello stimolo stressogeno (Arnemo, 2007). Il maggior effetto metabolico dei glucocorticoidi è l'aumento degli aminoacidi nel plasma a causa dell'incremento del catabolismo delle proteine corporee stoccate nei muscoli. Anche la concentrazione plasmatica di trigliceridi e acidi grassi è dovuta ad un aumento del catabolismo nel tessuto adiposo. L'innalzamento della glicemia è imputabile all'inibizione del re-uptake di glucosio da parte delle cellule e alla gluconeogenesi che avviene a spese di aminoacidi, trigliceridi e lattato. I glucocorticoidi, infine, hanno proprietà anti-infiammatorie e inibiscono la risposta immunitaria specifica dell'organismo. Altri cambiamenti ormonali dovuti allo stress sono l'attivazione del sistema renina-angiotensina-aldosterone, per la riduzione del flusso ematico al rene, e l'aumento della secrezione di vasopressina. Sinergicamente queste vie ormonali incrementano il volume plasmatico per mezzo della ritenzione di sodio e acqua.

Considerati gli importanti effetti fisiologici dello stress è necessaria la sua misurazione per monitorarne e mitigarne gli effetti collaterali; tuttavia misurare lo stress durante le catture e l'immobilizzazione chimica non è una pratica di facile esecuzione. Molto usata è la concentrazione ematica di cortisolo e glucocorticoidi che però presenta molteplici problematiche: innanzitutto non si conoscono accuratamente i livelli fisiologici di cortisolo negli orsi e tantomeno l'andamento secretorio; in secondo luogo, non ci sono in letteratura informazioni relative l'esatta influenza dei farmaci e dei metodi di somministrazione sui valori di cortisolo ematici nell'orso (Arnemo, 2007). Pertanto la valutazione del livello di stress durante la cattura andrebbe fatta basandosi sull'osservazione dell'animale e delle sue razioni, sull'esame clinico generale, sul monitoraggio dei parametri vitali e sulla misurazione di valori ematici ritenuti dimostrativi di un livello aumentato di stress (Arnemo, 2007).

Nello studio scandinavo di Arnemo sul rischio di mortalità correlato alle catture nei grossi mammiferi si prendono in considerazione tutti parametri fisiologici

modificati dallo stress (*Arnemo et al., 2006*). L'aspetto più importante ai fini di prevenire lo sviluppo di uno stato di distress è quello di ridurre al minimo la durata del contenimento fisico, delle manipolazioni e dell'anestesia. La paura è un potente fattore stressogeno, pertanto andrebbero sempre posizionati dei tappi auricolari e una maschera scura sugli occhi per ridurre il più possibile gli stimoli visivi e uditivi. Altrettanto potente è il dolore e la presenza di un'adeguata analgesia deve essere assicurata da preventive valutazioni sulle procedure chirurgiche che avranno luogo e il dolore ad esse correlato. Anche l'ipossiemia è uno stimolo stressogeno rilevante durante l'immobilizzazione chimica e proprio a causa della sua importanza sono stati effettuati studi approfonditi ai fini di prevenirla che verranno illustrati in seguito. Altri stimoli stressogeni saranno descritti separatamente per la loro importanza.

5.2 – *Depressione respiratoria*

La depressione respiratoria è l'emergenza di più frequente riscontro durante l'anestesia di un animale selvatico (*Mazzi, 2008*) e porta ad uno stato di ipossia dovuto all'insufficiente ossigenazione dell'emoglobina ematica: le cellule tissutali riflettono questa sofferenza respiratoria con il danneggiamento e la necrosi. Inoltre i farmaci stessi inducono una depressione dei centri respiratori e in seguito a fenomeni di edema, vomito o rigurgito ci può essere un'ostruzione fisica delle vie respiratorie. Si assiste in questi casi a una progressiva diminuzione del numero di atti respiratori che si può concludere con la completa cessazione del respiro. A livello di monitoraggio visivo si nota la cianosi più o meno marcata delle mucose apparenti, in base alla gravità del fenomeno ipossico.

Di uso comune per la risoluzione di questa emergenza è l'iniezione endovenosa di doxapram, un analettico respiratorio che, da solo o associato alla supplementazione con l'ossigeno, ripristina la fisiologica respirazione dell'animale, pur causando una riduzione della profondità dell'anestesia. A tal proposito sono stati condotti numerosi studi all'interno della Scandinavian Bear Project, dedicando intere ricerche e articoli al miglioramento dell'ossigenazione, il quale si è dimostrato un fattore imprescindibile per una corretta anestesia dei selvatici. La somministrazione intranasale di ossigeno si è in tal senso dimostrata efficace con flussi di 2-5 l/min, migliorando notevolmente la PaO₂ e SaO₂ negli orsi ipossici (*Fahlman, 2012*).

Già negli studi precedenti era stato sottolineato come l'ipossia si può verificare in qualsiasi momento durante l'anestesia (*Fahlman, 2010*) ed è stato recentemente dimostrato che essa recidiva quando cessa la somministrazione di ossigeno durante

la procedura. Una flow rate di 2 l/min risulta essere sufficiente per far aumentare la PaO₂ a livelli maggiori di 100 mmHg. Lo studio scandinavo considerava anche il problema pratico di un costante ed efficiente monitoraggio dell'ossigenazione sistemica: il pulsossimetro effettua le misurazioni tramite l'applicazione di una sonda in un sito che deve essere adeguatamente perfuso ma la perfusione risente di fenomeni quali la vasocostrizione, l'ipotensione, l'ipovolemia e l'ipotermia. Tale mancanza di sensibilità si manifesta in una tendenza a sottostimare la saturazione ad alti valori di SaO₂ e, viceversa, una sua sovrastima per basse registrazioni di SaO₂.

La supplementazione esogena di ossigeno è stata dimostrata essere preventiva di fenomeni depressivi respiratori, efficace per contrastare l'aumento di consumo di ossigeno che si verifica per l'ipertermia a seguito dello stress da cattura e preventiva di danni a livello cerebrale causati dall'ipertermia stessa nei confronti della quale l'ossigeno ha funzione protettiva.



Fig. 5.1 – Somministrazione intranasale di ossigeno in un orso anestetizzato (immagine tratta da www.gallery.usgs.org)

5.3 – Ipotermia e ipertermia

L'ipotermia è uno stato patologico che si sviluppa quando la perdita di calore è maggiore della produzione corporea; essa si può classificare in primaria e secondaria. L'ipotermia primaria è il risultato dell'esposizione del paziente a

temperature ambientali rigide; per contro, l'ipotermia secondaria è data dall'effetto dei farmaci anestetici o da stati patologici che alterano la produzione di calore (*Ko and West, 2007*). Essa è provocata in primis dai farmaci anestetici che diminuiscono il tasso metabolico e la produzione endogena di calore, nonché interferiscono con i centri termoregolatori ipotalamici. Le cause di una diminuzione della temperatura corporea sono da ricercarsi in una bassa temperatura ambientale, manipolazioni su animali con pelo bagnato, presenza di un ridotto pannicolo adiposo conseguente a malnutrizione e per uno stato di shock che comporta un'inadeguata circolazione ematica. Ripercussioni cliniche di uno stato ipotermico sono la diminuzione della frequenza respiratoria e cardiaca, della pressione arteriosa e l'aumento della mortalità. L'ipotermia si dimostra essere più pericolosa dell'ipertermia e va risolta tempestivamente riscaldando l'animale con acqua calda, coperte, vicinanza a fonti di calore o frizionandolo per evitare la necrosi delle estremità distali (*Mazzi, 2008*).

L'ipertermia, invece, è uno stato patologico che ha origine soprattutto in conseguenza di fasi induzione prolungate e stressanti eseguite in ambienti con temperature elevate. Questo fenomeno è favorito da una prolungata attività fisica, dal calore ambientale, da infezioni batteriche concomitanti e dall'alterazione farmacologica dei centri termoregolatori. Essa porta ad un aumentato catabolismo corporeo, con incremento della velocità delle reazioni chimiche organiche e conseguente aumento della velocità di degradazione dei farmaci. Un'elevata temperatura corporea è pericolosa per l'omeostasi stessa dell'animale, tanto che il rilevamento di un valore superiore a 41°C è considerato una vera e propria emergenza che porta a sospendere la somministrazione di anestetico e raffreddare d'urgenza l'animale per mezzo di acqua, alcool o impacchi ghiacciati su zone sensibili quali inguine e testa (*Mazzi, 2008*).

5.4- Miopatia da cattura

La miopatia da cattura è una patologia metabolica non infettiva comune negli animali selvatici, caratterizzata da acidosi metabolica, necrosi muscolare e mioglobinuria, che può risultare in livelli di mortalità elevata. Come segni clinici sono descritti rigidità e dolore muscolare, atassia, paresi e paralisi (*Paterson, 2007*). Questo tipo di miopatia colpisce sia il muscolo scheletrico che quello cardiaco ed è in realtà un complesso di patologie multifattoriali. Tra i fattori predisponenti si trovano la specie (animali predati ne sono maggiormente affetti, in particolar modo gli ungulati), fattori ambientali quali la temperatura, fattori relativi alla cattura (soprattutto l'intensa attività fisica sostenuta dagli animali catturati

attivamente), altre patologie e infezioni concomitanti, l'età (soggetti molto giovani o molto vecchi), un carente stato di nutrizione e gli stessi farmaci.

La patogenesi della miopatia da cattura si compone di tre componenti primarie: la percezione della paura, l'attivazione del sistema simpatico e l'attività muscolare (*Spraker, 1993*). In generale la patologia è causata da una ridotta perfusione tissutale e consumo della normale energia prodotta per via metabolica aerobica, in particolare modo nel muscolo scheletrico (*Paterson, 2007*). L'esaurimento della fonte energetica nelle cellule muscolari e la ridotta disponibilità di ossigeno provoca l'instaurarsi di vie metaboliche alternative che producono metaboliti come l'acido lattico. Inoltre, l'inadeguata rimozione di metaboliti tossici dal sito di produzione è responsabile della necrosi muscolare. A sua volta, la mioglobina rilasciata dalle cellule muscolari provoca la necrosi dei tubuli renali con conseguente insufficienza renale acuta.

Il trattamento della miopatia da cattura è in genere inefficace, per questo l'unica azione fattibile per evitarla è quella di prevenirla. La prevenzione si ottiene riducendo al minimo la durata delle manualità, del trasporto, del contenimento fisico, dell'attività fisica sostenuta dall'animale e dell'immobilizzazione chimica. La scelta dei farmaci va operata secondo il criterio di rapida induzione, rapido risveglio, effetto efficace e maggior stabilità possibile dei parametri vitali (*Paterson, 2007; Cattet, 2008a*).

5.5 – Shock

Lo stato di shock è una grave condizione patologica conseguente a prolungati sforzi fisici, stress patologici o emorragie profuse che esita in un'insufficiente perfusione ematica dei tessuti e successiva ipossia cellulare. Durante il monitoraggio si rileva un aumento della frequenza respiratori, cardiaca e del tempo di riempimento capillare associate a debolezza muscolare e depressione sensoriale, anche se questi ultimi sono parametri di difficile valutazione in un animale narcotizzato.

Lo shock è trattabile con cortisonici di uso comune quali desametasone o prednisolone e con la somministrazione di alti volumi di fluidi; nei casi di emorragie oltre alla somministrazione di cristalloidi e colloidali può essere necessario ricorrere a trasfusioni di sangue, pratica di difficile realizzazione su animali selvatici e in condizioni di campo.

5.6 – Vomito e rigurgito

Vomito e rigurgito sono due evenienze abbastanza comuni nel caso dei carnivori selvatici e possono portare a morte per soffocamento e ripercussioni gravi quali polmonite ab ingestis. Essi si prevenibili fondamentalmente con la tempestività di intervento e il controllo delle cause scatenanti comuni quali farmaci (soprattutto xilazina), stress, eccitamento e malposizionamento della testa rispetto allo stomaco. Vomito e rigurgito sono particolarmente pericolosi perché possono portare all'arresto respiratorio. Nell'eventualità si incorra in tali emergenze è fondamentale pulire bene le vie respiratore e assicurare una ventilazione artificiale per evitare l'ipossia sistemica. Tra i farmaci utili in tali situazioni vi sono il già citato analettico respiratorio doxapram e alcuni antibiotici long acting per prevenire la polmonite ab ingestis (Mazzi, 2008).

5.7 – Convulsioni

Le convulsioni sono un disturbo transitorio delle funzioni cerebrali caratterizzato da contrazioni violente e involontarie della muscolatura striata. Tra le cause si annoverano farmaci come la ketamina, traumi o l'ipoglicemia; quest'ultima risulta essere di primaria importanza nei soggetti giovani, i quali si rivelano maggiormente predisposti a causa del differente metabolismo rispetto agli adulti. Nel caso si manifesti una crisi convulsiva, il farmaco d'elezione e normalmente risolutivo è il diazepam in endovena somministrato a velocità ridotte. Particolare attenzione va posta allo sviluppo di una situazione ipertermica che porta a tutti gli effetti patologici precedentemente descritti (Mazzi, 2008). In situazioni cliniche in cui non sia disponibile un accesso venoso e sia necessario controllare lo stato convulsivo è possibile ricorrere alla somministrazione del diazepam per via intrarettale quintuplicando la dose (Tranquilli, 2007).

5.8 – Arresto cardio-circolatorio

Quando si instaura una situazione di sofferenza a livello respiratorio, essa inevitabilmente si combina con un'analogha situazione a livello cardiaco che, se non risolta, porta all'arresto cardiocircolatorio. L'arresto si configura come una perdita di funzionalità cardiaca con cessazione della circolazione ematica. Le cause possibili sono da ricercarsi nei farmaci anestetici stessi, nel livello anestesilogico troppo profondo, nell'ipossia, nelle alterazioni dell'equilibrio acido-base, nell'ipocalcemia, nelle alterazioni del tono vagale e nell'ipotermia. L'arresto è prevenibile monitorando le funzioni vitali dell'animale: si registra

infatti una diminuzione della frequenza cardiaca che arriva progressivamente alla totale assenza, il tempo di riempimento capillare è aumentato e ispezionando le mucose apparenti si può rilevare una cianosi di diversa entità; inoltre, si ha una concomitante diminuzione progressiva della frequenza respiratoria fino alla condizione critica di apnea accompagnata da dilatazione delle pupille, un fenomeno prettamente pre-agonico. Il massaggio cardiaco per la rianimazione, associato a intubazione e ventilazione manuale e somministrazione endovena o intracardiaca di adrenalina, risulta essere l'unica metodica possibile per il ripristino delle funzioni vitali dell'animale.

5.9 – Catture durante l'ibernazione

Catturare un orso durante il letargo era considerata un'azione impraticabile e di dubbia utilità fino alla pubblicazione di alcune ricerche che dimostrano come i plantigradi siano immuni da aterosclerosi, problemi cardiaci e infarti nonostante gli elevati livelli di colesterolo e trigliceridi ematici e la scarsa attività fisica durante l'ibernazione. Si è cominciato così a ideare dei particolari protocolli anestesiolgici da applicare durante la stagione invernale per studiare meglio questi fenomeni e ciò ha messo in luce come il cambio dei tassi metabolici possa influenzare molto sulla somministrazione dei farmaci e sulle complicanze anestesiolgiche.

Innanzitutto sono state valutate le dosi effettivamente necessarie per una sufficiente anestesia degli orsi in letargo: esse risultavano essere pari al 25% delle dosi normalmente utilizzate in periodo estivo. Tra le complicazioni possibili non sono state registrate differenze tra i due periodi dell'anno: sia in estate che in inverno, infatti, si poteva incorrere in ipotermia, bradicardia, alterazioni nello scambio polmonare e nell'equilibrio acido base da leggere a marcate. Punto fondamentale si è nuovamente dimostrata esse la supplementazione intranasale di ossigeno, la quale migliora di molto l'ossigenazione del sangue arterioso (*Evans et al., 2012*).

Tuttavia sono state registrate delle differenze stagionali nelle correlazioni tra dosi e complicazioni: durante il letargo, ad esempio, l'apnea si otteneva con la somministrazione della metà della dose estiva, ad indicare un indice terapeutico più basso in inverno. L'ipossia rilevata in entrambi i periodi dell'anno è risultata di più difficile rilevazione in inverno a causa delle basse temperature ambientali associate al forte effetto vasocostrittore della medetomidina che impedivano la corretta rilevazione dei parametri della saturazione dell'ossigeno da parte del pulsossimetro. Anche l'ipercapnia si è dimostrata essere più frequente in inverno,

portando di conseguenza a valori di pH minori a causa dell'acidosi respiratoria (Evans et al., 2012). Come conclusione, questa ricerca rimarca l'importanza della rivalutazione dell'esatto dosaggio dei farmaci durante le catture svolte in inverno a causa dei maggiori rischi di sovradosaggio con conseguenti effetti collaterali e situazioni critiche.

5.10 – Effetti a lungo termine delle catture e dell'immobilizzazione chimica negli orsi

Il progredire delle conoscenze nel campo della teleanestesia dei selvatici ha portato a considerare aspetti che fino a pochi anni fa sembravano impensabili, come ad esempio gli effetti a lungo termine provocati dalle catture. Inoltre, il sempre più crescente interesse per questi animali da parte dell'opinione pubblica rende necessario l'approfondimento ulteriore delle conoscenze in materia per garantire il più possibile la salute dell'animale. A tal proposito, Cattet ha svolto uno specifico studio retrospettivo sugli effetti a lungo termine delle catture (Cattet et al., 2008b). Sono stati analizzati dati standard per tutte le catture ai fini di scoprire se gli effetti di queste ultime erano rilevabili a distanza di periodi maggiori di un mese e, in caso affermativo, identificare se tali effetti fossero o meno importanti per il benessere animale.

Come precedentemente descritto, attraverso le analisi degli enzimi sierici AST e CK si è rilevata la presenza di danno muscolare causato da danni dovuti alla cattura, specialmente quando essa veniva effettuata con il metodo passivo del laccio di Aldrich. Tuttavia è molto difficile definire valori sierici fisiologici per le specie selvatiche, poiché la concentrazione di molti enzimi è influenzata dalla cattura stessa e dalle manualità e attualmente non esiste un metodo efficace per ottenere campioni di sangue senza immobilizzare l'animale. Le concentrazioni misurate sono però confrontabili con quelle ottenibili dai sieri prelevati da orsi in cattività, e risultavano più elevate nelle catture in natura sia per l'AST che per la CK. Cattet però non trova nessuna correlazione significativa tra l'aumento degli enzimi muscolari sierici e la mortalità a lungo termine nel post-cattura degli orsi; l'unica considerazione che viene fatta è che nonostante la concentrazione di tali enzimi e della mioglobina rientri rapidamente nei valori ritenuti fisiologici, il tempo richiesto per la riparazione dei danni muscolari e la ripresa totale della funzionalità del muscolo è maggiore e ciò può esitare il una minore forza dell'animale e in una diminuzione del movimento a lungo termine.

Sfruttando i dati forniti dai radiocollari applicati sull'orso si può aprire una discussione per quanto riguarda la mobilità degli orsi durante la fase del post-

cattura. Per l'orso grizzly e l'orso bruno americano l'intervallo di tempo richiesto per il ritorno a tassi di mobilità normali è di 3-6 settimane; questo parametro è altresì influenzato dal mese, dal giorno e dallo stadio riproduttivo dell'orso. Altri studi hanno infatti dimostrato come i soggetti maschi coprano distanze maggiori rispetto alle femmine durante la stagione riproduttiva primaverile (*Powell et al., 1997*). Senza dubbio i traumi muscolari influenzano l'attività dell'animale, ma devono essere valutati alla luce della presenza di altri fattori che non sono ancora stati studiati.

Secondo Cattet, anche il peso corporeo può essere valutato come indice degli effetti a lungo termine di una cattura: i risultati del confronto tra orsi catturati più volte e quelli soggetti ad una sola cattura dimostrano che la stima del BCS incrementa con l'età, ma il tasso di crescita è inversamente proporzionale al numero di catture. Questo dato si spiega sia con il minor apporto calorico dovuto alla nutrizione più scarsa conseguente alla diminuzione dell'attività, sia per la maggior richiesta di energia necessaria alla ricostituzione dei tessuti traumatizzati. In aggiunta anche la riproduzione è influenzata dal peso corporeo: le femmine che entrano in letargo con un BCS scarso difficilmente sono avvistate con i cuccioli la primavera successiva; nel caso in cui riescano a partorire con successo, il peso della cucciolata e il risveglio dal letargo sono influenzati dal BCS dell'autunno precedente e un risveglio precoce esita in una minore probabilità di procurarsi cibo qualitativamente e quantitativamente sufficiente. Inoltre, per gli orsi polari è stato dimostrato che cuccioli più pesanti sopravvivono più facilmente alla prima stagione primaverile (*Ramsay et al., 1988*) e, nel caso di cuccioli femmine, tendono a raggiungere un peso da adulti più elevato (*Atkinson et al., 1996*). In conclusione, per garantire il benessere degli orsi si devono adottare tutte le misure preventive possibile, ma l'evento cattura è attualmente indispensabile per garantirne la gestione, la ricerca ai fini dell'approfondimento della conoscenza di queste specie e la stessa conservazione.

Capitolo 6 – Obiettivi

Considerata la scarsità di informazioni riguardanti in modo specifico l'orso bruno marsicano in letteratura, questo studio retrospettivo si è posto come obiettivo in primo luogo la valutazione di alcune caratteristiche biologiche quali il peso degli animali in relazione alla classe di età, al sesso, alla condizione di cattività o natura e alla stagionalità. Per lo stesso motivo è stata analizzata anche la temperatura rettale degli orsi bruni marsicani nei primi quindici minuti di anestesia, per avere un'indicazione sulla probabile temperatura corporea fisiologica in questi animali. Poiché l'immobilizzazione chimica è un evento di per sé stressante, la temperatura rettale è stata inoltre correlata con il livello di stress ai fini di capire se l'evento stressogeno in questione (contenimento fisico al laccio) influenzi il parametro fisiologico temperatura rettale, come dimostrato per altri mammiferi.

Successivamente questo studio ha comparato due dosi della miscela di farmaci somministrata in relazione al tempo di induzione e alle variazioni nell'arco della prima ora di immobilizzazione chimica, dei parametri frequenza cardiaca, frequenza respiratoria, temperatura rettale e saturazione arteriosa di ossigeno.

Capitolo 7 – Materiali e Metodi

7.1 – Area di studio e animali

Nell'arco temporale che va da novembre 1990 a marzo 2013 sono state effettuate nel Parco Nazionale d'Abruzzo, Lazio e Molise 235 catture di orso, molte delle quali all'interno di progetti di ricerca finanziati a livello europeo. Tutte le immobilizzazioni chimiche sono state eseguite dal Dr. Leonardo Gentile, medico veterinario responsabile del Servizio Veterinario del Parco, e dalla sua equipe di esperti previa acquisizione dell'autorizzazione ministeriale.

All'interno delle 235 catture si distinguono 64 immobilizzazioni chimiche di orso bruno, effettuate tutte nelle aree faunistiche del Parco su animali in cattività, e 171 catture di orso bruno marsicano. Queste ultime sono a loro volta suddivisibili in immobilizzazioni avvenute nelle medesime aree faunistiche sopra citate, catture effettuate su orsi in natura. Nell'arco degli anni alcuni animali sono stati ricatturati più volte a distanza di tempo per diverse motivazioni.

Ad eccezione della riduzione in cattività per orsi particolarmente problematici, le catture in natura hanno come finalità la ricerca, intesa come applicazione, sostituzione o rimozione di radiocollari, identificazione degli animali per mezzo di marche auricolari, campioni di sangue, pelo e altro materiale organico per il generale monitoraggio sanitario e misurazioni biometriche per ampliare le conoscenze sulla specie. Tra le finalità delle catture in condizioni di cattività, invece, ci sono spostamenti degli animali da un'area faunistica a un'altra, visite cliniche, somministrazione di antiparassitari, esecuzione di vaccinazioni e terapie varie.

7.2 – Metodi di cattura, farmaci e monitoraggio

Tra le 235 immobilizzazioni chimiche, 167 sono state ottenute tramite tecnica attiva, 67 tramite tecnica passiva, di 1 non sono disponibili annotazioni riguardanti la tecnica. Per tecnica attiva si intende il lancio dei dardi a vista, osservando l'animale e seguendolo senza contenerlo fisicamente (*free ranging*): all'interno di questo sottoinsieme, solo 4 catture sono state fatte con la cerbottana mentre le restanti 163 hanno richiesto l'ausilio del fucile. La tecnica passiva invece

comprende la cattura nella trappola a tubo o la restrizione fisica con il laccio di Aldrich, la quale rappresenta la metodica di maggior utilizzo per le immobilizzazioni chimiche effettuate in natura nel Parco Nazionale d'Abruzzo, Lazio e Molise: infatti solo 4 catture sono avvenute in gabbia mentre per il laccio se ne registrano 63. Per la tecnica passiva la somministrazione del farmaco è avvenuta tramite dardi e fucile per tutte le catture.

Nell'arco temporale considerato da questo studio retrospettivo, diverse miscele di farmaci sono state adottate per immobilizzare chimicamente gli animali. Con la combinazione medetomidina-ketamina sono state ottenute 209 anestesie, di cui 121 con l'associazione

(ketamina cloridrato, 1mg/10ml, Intervet production srl) e 88 con l'associazione (medetomidina, 10mg/ml, Orion Corporation) - Ketavet 100[®].



Figg. 7.1 e 7.2 – Domitor (tratta da www.b-continent.com) e Ketavet 100 (tratta da www.rebopharm-shop.de)



Fig. 7.3 – Zoletil 100 e Zalopine (immagine tratta da www.facebook.com/wild,exotic&zooanimals)

Per quanto riguarda la combinazione xilazina-ketamina tutte le 17 immobilizzazioni chimiche sono state ottenute con Rompun sostanza secca[®] (xilazina cloridrato, 500mg/flacone, Bayer SpA Div.Sanità animale) e Ketavet 100[®]. Infine per 9 telenarcosi è stato usato il protocollo di immobilizzazione zolazepam-tiletamina, il quale consiste nell'utilizzo di Zoletil 100[®] (tiletamina-zolazepam, 250mg/flacone, Virbac srl). Tutti i farmaci sopra citati sono stati somministrati per via intramuscolare.

A fine procedure, una dose di Antisedan[®] (atipamezolo, 5mg/ml, Orion Corporation) intramuscolo è stata somministrata nei protocolli in cui era previsto l'uso della medetomidina, in misura di 4-5 volte la dose di medetomidina stessa, come riportato in letteratura (Caulkett, 2007).



Fig. 7.4 – Antisedan, antagonista della medetomidina (tratta da www.b-continent.com)

Per ogni animale è stata compilata una scheda di cattura standard elaborata dal Dr. Gentile; dopo una prima parte introduttiva inerente il segnalamento dell'animale immobilizzato e le condizioni metereologiche, si passa alla descrizione della miscela adottata, con relative dosi, sede di iniezione, reazione alla manipolazione, rispettivamente come minuti effettivi trascorsi tra la somministrazione dell'anestetico e la caduta a terra dell'animale e minuti intercorsi tra la somministrazione dell'anestetico e l'avvicinamento del primo operatore. Nella scheda è riportata anche la valutazione dei riflessi auricolare, palpebrale, corneale e successivamente i rilievi clinici di temperatura rettale, frequenza respiratoria, frequenza cardiaca e saturazione arteriosa di ossigeno con la relativa ora di registrazione. Vengono annotate anche le misurazioni biometriche dell'animale, eventuali terapie e strumentazioni aggiuntive, per concludere con la descrizione in termini temporali della sequenza di recupero nella fase di risveglio del plantigrado.

Subito dopo l'avvicinamento, l'animale viene pesato con un dinamometro digitale e il peso effettivo è annotato nella scheda di cattura per permettere il calcolo a posteriori della dose di farmaco somministrata per chilogrammo di peso corporeo (il dardo viene infatti preparato in base al peso stimato dell'animale). Ulteriori importanti annotazioni, nel caso delle catture con metodica passiva, riguardano la reazione dell'orso al contenimento fisico. Questa scala dello stress è una valutazione basata sull'esperienza dell'operatore, il Dr. Gentile, che distingue tra animali abbastanza

di nascondersi) (stress = 2), animali che tentano ripetutamente di caricare verso la fonte luminosa o le persone e soffiano ripetutamente (stress = 3) e, infine, animali che appaiono molto aggressivi, caricano con insistenza, respirano velocemente e a bocca aperta, soffiano continuamente e a volte emettono vocalizzazioni (stress = 4).

Per il monitoraggio clinico è stato utilizzato un termometro digitale per la misurazione della temperatura rettale, un pulsossimetro per la rilevazione della frequenza cardiaca e della saturazione arteriosa di ossigeno e l'osservazione visiva dell'escursione del fianco per il conteggio della frequenza respiratoria; tutti i dati sono stati annotati con l'orario preciso di rilevamento.

Per questo studio retrospettivo sono stati analizzati i dati raccolti raggruppando gli animali per lo studio statistico in base a categorie di interesse come esposto di seguito.

7.3 – Criteri selettivi dei diversi campioni analizzati

Analisi del peso e dell'età. Per la parte di statistica descrittiva generale sono stati presi in considerazione tutti gli orsi bruni marsicani, catturati sia in natura che in cattività, con qualsiasi tecnica e qualsiasi protocollo anestesiológico. Tale campione è stato suddiviso in base al sesso e alla classe d'età secondo il seguente criterio: “cuccioli/giovani” soggetti fino ai 2 anni di età; “sub-adulti” soggetti di 2-3 anni; “adulti” soggetti con età

nto, di questi animali sono stati presi in considerazione il peso effettivo e la classe d'età di appartenenza, per valutare l'andamento generale del peso corporeo di maschi e femmine nei diversi intervalli di età. Successivamente, è stata fatta un'ulteriore differenziazione in base alla condizione di cattura: sono stati così confrontati i soggetti in natura con i soggetti in cattività, sempre suddividendoli in base al sesso e alla classe d'età.

	cuccioli/giovani	subadulti	adulti	maturi
F	9	13	71	6
M	3	5	46	18

Tab. 7.1 – Riassunto della numerosità del campione scelto per l'analisi del peso e dell'età

Un'ulteriore considerazione per gli animali in natura è stata fatta per quanto riguarda la stagionalità: le immobilizzazioni chimiche sono state distinte in catture avvenute nel post-letargo (aprile-metà maggio), nel periodo dell'accoppiamento (metà maggio-luglio), nel periodo intermedio (agosto-settembre-ottobre) e nel pre-letargo (novembre). Anche per questi dati è stato valutato l'andamento del peso in base al sesso, tuttavia è stata considerata solo la classe degli “adulti” poiché i soggetti di età minore ai 4 anni non sono ancora in grado di accoppiarsi e quindi non possono essere ritenuti pienamente coinvolti nelle dinamiche stagionali tipiche della specie.

	post-letargo	accoppiamento	periodo intermedio	pre-letargo
F	1	11	21	5
M	3	15	4	9

Tab 7.2 – Tabella riassuntiva della numerosità del campione scelto per l'analisi della variazione stagionale del peso in base al sesso

Analisi della temperatura corporea e del livello di stress. Per valutare la presenza di una correlazione tra la temperatura rettale e lo stress, invece, sono stati presi in considerazione i soli orsi bruni marsicani catturati in natura, con il protocollo medetomidina-ketamina e con la tecnica passiva del laccio di Aldrich. Anche questo campione è stato suddiviso in base al sesso e alla classe d'età, ottenendo la seguente numerosità:

	cuccioli/giovani	subadulti	adulti	maturi
F	1	2	9	4
M	3	2	16	5

Tab. 7.3 – Riassunto della numerosità del campione scelto per la valutazione di temperatura rettale e stress

Per questo campione sono stati considerati la temperatura rettale misurata nel primo intervallo di tempo al quale è stato assegnato un punteggio da 1 a 4 dove 1 indicava la reazione più tranquilla e 4 la reazione più aggressiva.

Analisi degli effetti cardiorespiratori del protocollo anestetico.

Successivamente, per fare una valutazione più specifica dei parametri temperatura, frequenza cardiaca, frequenza respiratoria e saturazione arteriosa di ossigeno, è stato scelto un altro campione di animali in base ai seguenti criteri: appartenenza alla sottospecie marsicana, cattura effettuata in natura, protocollo anestesiológico consistente in medetomidina e ketamina, laccio di Aldrich come tecnica utilizzata, età superiore ai 3 anni, completezza dei dati della cartella clinica e assenza di una dose aggiuntiva di anestetico somministrata con un secondo tiro (all'interno cioè dell'intervallo temporale riferito come tempo di induzione). I parametri registrati nella scheda di cattura sono stati divisi nei quattro intervalli temporali T1 (15 ± 5 minuti), T2 (30 ± 5 minuti), T3 (45 ± 5 minuti) e T4 (60 ± 5 minuti). I valori misurati oltre i 65 minuti di anestesia non sono stati presi in considerazione poiché spesso è stata necessaria la somministrazione di una seconda dose per il prolungamento delle procedure e quest'ultima potrebbe aver influenzato i parametri registrati. Un'ulteriore suddivisione è stata fatta in base alla dose effettiva di medetomidina somministrata: come “gruppo low” sono stati considerati quegli animali che hanno ricevuto una dose mentre per “gruppo high” si intendono dosi di La numerosità di questo campione è riportata in Tabella 7.2.

		T1	T2	T3	T4
FC	<i>high</i>	9	9	8	9
	<i>low</i>	9	6	4	5
FR	<i>high</i>	9	4	4	5
	<i>low</i>	9	1	4	3
T°	<i>high</i>	9	6	4	5
	<i>low</i>	10	1	5	2
SpO₂	<i>high</i>	5	5	4	5
	<i>low</i>	6	1	4	2

Tab 7.2 – Distribuzione della numerosità nel campione scelto per la valutazione dei parametri fisiologici

7.4 – Analisi statistica

L'analisi statistica è stata fatta con l'ausilio del programma SAS 9.3; per la parte descrittiva generale sono stati calcolati mediana, quartile inferiore e quartile superiore sia per il peso effettivo che per la temperatura rettale a T1 nelle diverse classi di età degli animali campione. Un legame statisticamente significativo tra temperatura rettale e livello di stress è stato cercato mediante correlazione di Pearson ed è stata valutata l'eventuale presenza di una differenza tra il gruppo di maschi e il gruppo di femmine. Un test ANOVA è stato usato per eseguire un'analisi della varianza del peso tra il gruppo di orsi in natura e quello in cattività; inoltre, sempre un test ANOVA è stato applicato al campione sia per valutare le differenze presenti tra i sessi e le classi di età in natura e in cattività, sia per valutare le differenze stagionali del peso tra maschi e femmine.

Per quanto riguarda l'analisi dei parametri frequenza cardiaca (FC), frequenza respiratoria (FR), temperatura rettale (T°) e saturazione arteriosa di ossigeno (SpO₂) è stato applicato ad ognuno di essi un test T di Student ai fini di valutare la distribuzione della dose *high* e della dose *low* negli intervalli di tempo T1, T2, T3 e T4. Una correlazione di Pearson è stata usata per cercare una relazione reciproca tra la frequenza cardiaca e la dose effettiva di farmaco.

8 – Risultati e Discussione

8.1 – Valutazione descrittiva generale

Analisi del peso e dell'età. Per valutare l'andamento ponderale nelle diverse classi di età sono stati considerati tutti i dati disponibili sugli orsi marsicani, ottenendo la numerosità elencata in Tabella 8.1, dove nella colonna “classe di età” si intende: **1**= giovani (fino ai 2 anni di età); **2**= subadulti (2-3 anni); **3**= adulti (4-12 anni); **4**= maturi (>12 anni).

Sesso	cl_età	N.oss.	Media	Dev.st.	Min	Max	Q.inf.	Mediana	Q.sup.
F	1	9	39,81	21,16	7,3	76,5	27,9	39	53
	2	13	91,03	19,7	60	126	83,1	87	103,2
	3	71	103,24	20,32	70	151,6	88,1	99	120
	4	6	125,23	3,21	121,6	129	121,6	125,6	128
M	1	3	23,5	7,4	15	28,5	15	27	28,5
	2	5	90,44	50,33	40	172,6	66,3	76	97,3
	3	46	167,18	29,4	101,1	223	143,1	172,65	189,7
	4	18	184,12	23,85	143,1	233,5	171,7	177,95	195,5

Tab 8.1 – Parametri descrittivi del peso effettivo in base al sesso nelle 4 classi di età (cl_età: classi di età; N.oss: numero di osservazione; Dev.st: deviazione standard; Q.inf: quartile inferiore; Q.sup: quartile superiore)

Come prevedibile, si riscontra un aumento del peso all'aumentare dell'età. L'incremento ponderale nel gruppo dei maschi risulta essere simile all'incremento ponderale nel gruppo delle femmine di età, cioè fino ai 2-3 anni di vita; al raggiungimento dell'età adulta, invece, si evidenzia un netto divario tra i valori di peso di maschi e femmine (Grafico 8.1). Osservando la deviazione standard dei pesi, si nota come essa sia tendenzialmente maggiore per i maschi in tutte le classi di età ad eccezione di quella dei cuccioli; tuttavia per quest'ultima classe sono disponibili pochi dati provenienti da soggetti maschili. Questa variazione soggettiva di peso nei maschi maggiore rispetto alla variazione soggettiva di peso nelle femmine trovata negli orsi bruni marsicani è in accordo con quanto descritto in letteratura per gli orsi bruni (Swenson et al., 2007). Infine, applicando il test ANOVA si può notare come generalmente il peso medio delle femmine sia significativamente minore ($p < 0,05$) rispetto al peso medio dei maschi.

Approfondendo l'analisi statistica sempre con il test ANOVA si evidenzia come per le femmine non ci sia una significativa differenza ($p>0,05$) dell'incremento ponderale tra classi di età; per i maschi invece non risulta significativa la differenza ponderale tra cuccioli e subadulti ($p>0,05$) e tra adulti e maturi ($p>0,05$) ma è altamente significativo lo scarto di peso tra i soggetti subadulti e quelli adulti ($p<0,05$).

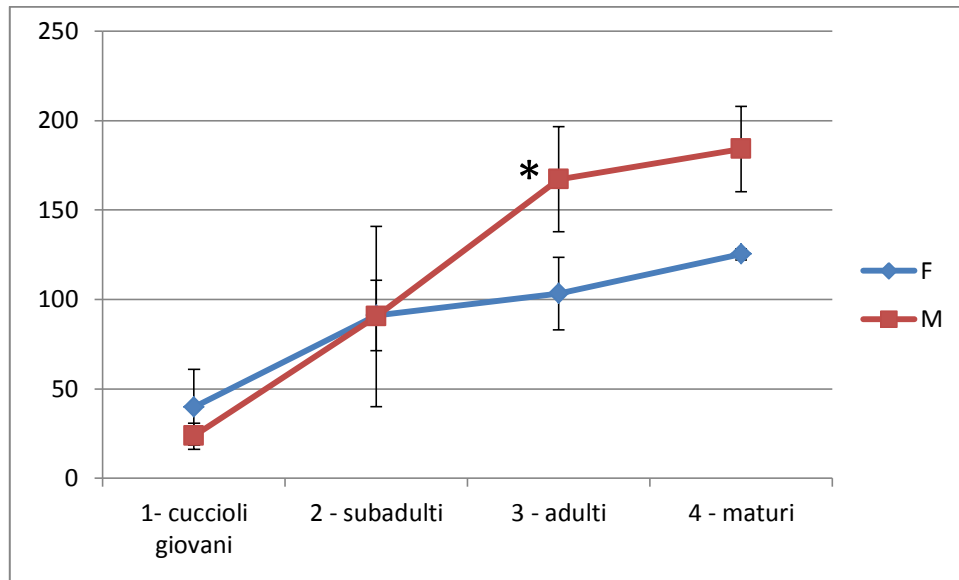


Grafico 8.1 - Andamento del peso nei maschi e nelle femmine con relative deviazioni standard all'interno dei quattro intervalli di età (* $p<0,05$)

La differenza ponderale riscontrata tra i sessi si potrebbe spiegare considerando la diversa fisiologia riproduttiva di maschi e femmine: dopo la maturità sessuale (3-5 anni per i maschi, 3 anni per le femmine), infatti, i maschi devono aumentare i loro *home range* alla ricerca di femmine con cui accoppiarsi, dovendo sostenere un maggiore dispendio energetico a fronte di disponibilità alimentari non sempre adeguate; inoltre essi devono corteggiare la femmina e combattere contro i loro consimili per assicurarsi l'accoppiamento, evento che renderebbe favoriti sotto il punto di vista della selezione genetica gli individui di mole maggiore. Per gli esemplari maschili, quindi, risulterebbe di prioritaria importanza il guadagno ponderale tra l'età di subadulti e quella di adulti, prima della maturità sessuale, e ciò spiegherebbe i risultati ottenuti con il test ANOVA.

Per le femmine, invece, è stato dimostrato come il peso sia un fattore fondamentale per il successo riproduttivo e come per i soggetti primipari il costo riproduttivo risulti maggiore rispetto ai soggetti multipari (Zedrosser et al., 2009). Il peso dei cuccioli è infatti positivamente correlato alla taglia della madre e un peso maggiore dei piccoli presuppone possibilità di sopravvivenza maggiori (Dahle, 2006).

Inoltre, una femmina deve difendere la propria cucciolata dagli attacchi dei maschi, che possono arrivare ad uccidere i cuccioli per fare in modo che la femmina torni recettiva e potersi così accoppiare con lei (*Bellemain et al., 2006*). Ciò porta alla possibilità di eventuali scontri tra maschio e femmina e alle maggiori probabilità di successo nella difesa della cucciolata per le femmine di mole maggiore. Questo ragionamento sarebbe in accordo con i risultati emersi dal test ANOVA per gli orsi bruni marsicani, secondo i quali l'aumento significativo di peso per le femmine avverrebbe prima

di 3 anni (*Zedrosser et al., 2004*), il che spiegherebbe anche la significatività nella differenza di peso tra la classe dei cuccioli/giovani e quella dei subadulti nel nostro studio.

Distinguendo poi il campione in soggetti immobilizzati chimicamente in natura da quelli immobilizzati in cattività si è potuto confrontare il peso effettivo tra i due gruppi, ulteriormente suddivisi in base al sesso (Tabella 8.2). Un orso in cattività riceve un'alimentazione completamente diversa rispetto a quella che avrebbe in natura ed è sicuramente molto meno attivo: il problema del sovraccarico nutrizionale può portare a patologie secondarie anche gravi. In letteratura ad esempio è stata documentata la maggior incidenza di neoplasie epatobiliari nei soggetti di orso labiato (*Melursus ursinus ursinus*) tenuti in cattività rispetto a quelli in natura (*Shanmugam et al., 2011*) ed è quindi molto importante mantenere monitorato il peso corporeo dell'animale come indice di salute generale dell'animale.

		N.oss.	Peso medio	Dev.st.
F	<i>natura</i>	45	82,83	4,91
	<i>cattività</i>	54	92,41	3,67
M	<i>natura</i>	38	101,65	5,35
	<i>cattività</i>	34	133,36	5,64

Tab. 8.2 – Numerosità del campione scelto per la valutazione del peso in natura e in cattività in base al sesso (N.oss: numero di osservazione; Dev.st: deviazione standard)

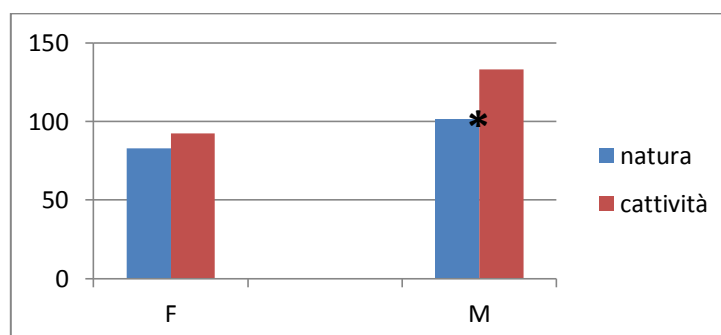


Grafico 8.2 – Rappresentazione grafica della differenza ponderale tra maschi e femmine in condizioni di cattività e in natura (* $p < 0,05$)

Il test ANOVA applicato al campione di orsi bruni marsicani distinti in base al sesso e alla condizione ha riportato dei risultati discordanti. Dato che l'alimentazione per gli orsi nelle aree faunistiche del Parco è la medesima per tutti i soggetti, ci si aspetterebbe una differenza di peso significativa tra il gruppo in natura e il gruppo in cattività sia per i maschi che per le femmine. Tale differenza è significativa per i maschi ($p < 0,005$) ma, contrariamente a quanto atteso, non è significativa per le femmine ($p > 0,005$) (Grafico 8.2). Il peso medio delle femmine in natura risulta essere di _____ kg mentre per le femmine in cattività è di _____ kg; questi valori, oltre a non essere significativamente diversi dal punto di vista statistico, rientrano nel range fisiologico di peso degli orsi bruni marsicani femmina da noi riscontrati. Il peso medio dei maschi in natura per il campione considerato è di _____, mentre per i maschi in cattività è di _____; questi due valori sono significativamente diversi ma, al pari di quanto visto precedentemente per le femmine, rientrano nel range di valori considerati fisiologici per l'orso bruno marsicano e sono quindi indicativi di un buon stato di salute generale. Le cause di questa differenza ponderale tra orsi in natura e orsi in cattività sono molteplici: sono stati riportati tassi di crescita più elevati in orsi con un maggiore quantitativo di carne nella dieta (Swenson *et al.*, 2007), ma vanno altresì considerati la minor attività fisica, la maggiore disponibilità di cibo dagli alti valori nutrizionali e la minor competizione intraspecifica per le varie motivazioni che si avrebbero invece in natura.

Per l'ultima statistica sul peso negli orsi bruni marsicani sono stati presi in considerazione i 69 soggetti della stessa classe di età, adulti, catturati in natura, suddividendo le varie immobilizzazioni chimiche nel corso dell'anno in base alla stagione biologica (da questa analisi sono stati esclusi gli orsi in cattività per le divergenze di peso riscontrate in base al tipo di vita dell'animale discusse prima). In Tabella 8.3 è riportata la distribuzione del peso medio del campione durante l'anno, intendendo per "post-letargo" il periodo aprile-metà maggio, "accoppiamento" il periodo metà maggio-giugno-luglio, "periodo intermedio" i mesi agosto-settembre-ottobre e "pre-letargo" il mese di novembre.

	1 post-letargo	2 accoppiamento	3 periodo intermedio	4 pre-letargo
F	87,3 ± 13,74	89,63 ± 6,14	102,47 ± 11,90	107,68 ± 7,93
M	156,4 ± 24,47	143,31 ± 12,29	161,82 ± 23,79	181,82 ± 15,86

Tab. 8.3 – Distribuzione del peso medio dei maschi e delle femmine nel corso dell'anno con relative deviazioni standard

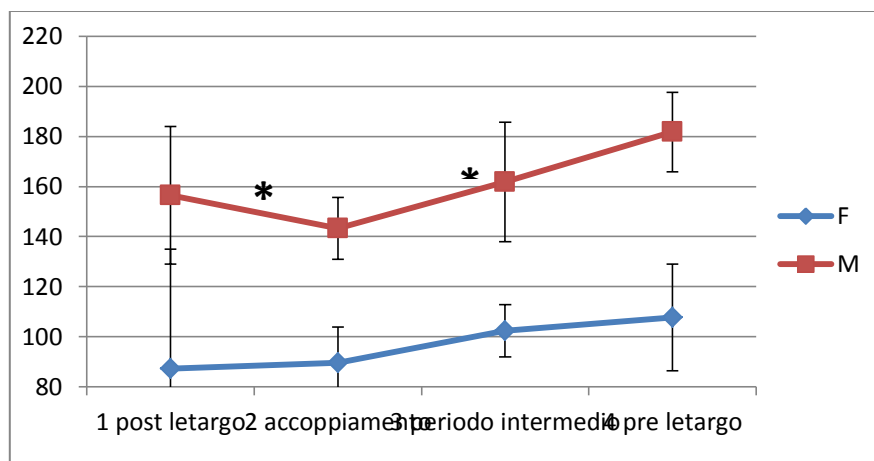


Grafico 8.3 – Andamento stagionale del peso distinto in base al sesso nei soggetti in natura di orso bruno marsicano (* $p < 0,05$)

Per quanto riguarda l'andamento stagionale del peso, con il test ANOVA non si riscontrano differenze significative tra i sessi ($p < 0,005$); sia i maschi che le femmine sono però soggetti a una variabilità stagionale nella massa corporea, visivamente rappresentata nel Grafico 8.3.

Osservando l'andamento del peso e rapportandolo alla deviazione standard rappresentata nel grafico, si nota come durante l'anno le femmine siano soggette ad un progressivo incremento ponderale, mentre statisticamente parlando sia molto significativa la diminuzione di peso che i maschi affrontano nel periodo degli accoppiamenti e il successivo recupero ponderale nel periodo intermedio prima del letargo. Ciò non stupisce se si considerano le energie spese dai maschi ai fini dell'accoppiamento: in particolare essi sono costretti ad aumentare i loro *home range* alla ricerca di una femmina, corteggiarla e combattere contro eventuali altri soggetti maschi per garantirsi la possibilità di procreare. Al contrario per la femmina, come precedentemente ricordato, è più importante raggiungere un peso maggiore prima del letargo, ai fini del successo riproduttivo: il progressivo incremento ponderale registrato nei soggetti femmina di orsi bruni marsicani in questo studio è dunque in linea con le suddette considerazioni teoriche.

Le considerazioni sulla massa corporea sono molto importanti nelle fasi che precedono un'immobilizzazione chimica per stimare il peso di un animale e decidere così la dose di farmaci da somministrare. Stimare il peso in un orso non è facile sia per l'enorme variabilità stagionale, tra i sessi e tra le condizioni sopra descritta, sia per la presenza della folta pelliccia che potrebbe indurre l'operatore ad una sovrastima (Mazzi, 2008). La pelliccia stessa è soggetta a variazioni nel corso dell'anno; essa, ad esempio, è più folta nel periodo del pre-letargo e ciò rende ulteriormente difficili le valutazioni in merito al peso dell'animale. Solo con l'esperienza si possono ammortizzare gli errori di stima che si riflettono in errori nella posologia dei farmaci, con le relative conseguenze.

8.2 – Temperatura rettale al tempo T1

Per avere una panoramica generale della temperatura rettale negli orsi marsicani è stato preso in considerazione il campione di animali appartenenti a tutte le età, immobilizzati in natura con la miscela medetomidina-ketamina e con la tecnica del laccio di Aldrich (numerosità del campione: 41 soggetti). Dal campione sono stati esclusi quindi: animali catturati in *free-ranging* o mediante trappola tubo perché questi sistemi possono essere accompagnati da intensa attività fisica con modificazione della temperatura basale; animali anestetizzati con miscele diverse per ridurre l'influenza del fattore farmaco sulla temperatura basale; animali in cattività. Questo campione è stato suddiviso in base alla classe di età secondo il precedente criterio ed è stato considerato il valore di temperatura rettale riportato al tempo T1 (15±5 minuti dalla cattura), con la rispettiva deviazione standard, i valori minimi e massimi, la mediana e il quartile inferiore e superiore.

	cl_età	n.oss	variabile	media	dev.st.	min	max	quart.inf.	mediana	quart.sup
F	1	1	TR1	40,20	-	40,1	40,1	40,1	40,1	40,1
	2	2	TR1	38,75	0,35	39,5	39	38,5	38,75	39
	3	9	TR1	39,22	1,08	38	41,3	38,6	39	39,6
	4	4	TR1	38,40	0,97	37		37,75	38,75	39,05
M	1	3	TR1	38,67	1,53	37	40	37	39	40
	2	2	TR1	38,20	0,29	38		38	38,2	38,4
	3	16	TR1	38,82	0,76	38	40,5	38	38,95	39
	4	4	TR1	38,77	0,93	38	40	38,05	38,55	39,5

Tab. 8.4 – Parametri descrittivi della temperatura rettale al tempo T1 in base al sesso e alla classe di età (cl_età: classi di età; n.oss: numero di osservazioni; TR1: temperatura rettale al tempo T1; dev.st: deviazione standard; min: valore minimo; max: valore massimo; quart.inf: quartile inferiore; quart.sup: quartile superiore)

L'andamento generale delle medie nelle quattro classi è rappresentato nel Grafico 8.4: la temperatura più elevata nella classe dei cuccioli è giustificabile considerando il metabolismo accelerato presente nei soggetti giovani di tutti gli animali; per lo stesso ragionamento, gli animali in età matura registrano temperature rettali più basse a causa del metabolismo rallentato. Un aumento della temperatura corporea in età adulta potrebbe essere giustificabile considerando il raggiungimento della maturità sessuale da parte degli orsi, che comporta un maggior dispendio energetico per la ricerca del partner, il corteggiamento e l'accoppiamento, e il conseguente aumento generale del metabolismo. Tuttavia in

altri studi effettuati sull'orso nero americano immobilizzato con il laccio di Aldrich non è stata trovata alcuna relazione tra età e temperatura rettale, mentre c'era una correlazione positiva tra la temperatura rettale stessa e il peso corporeo (Hellgren et al., 1989): purtroppo in questo studio non è stata al momento valutata la temperatura rettale in base al peso né in base alla stagione della cattura.

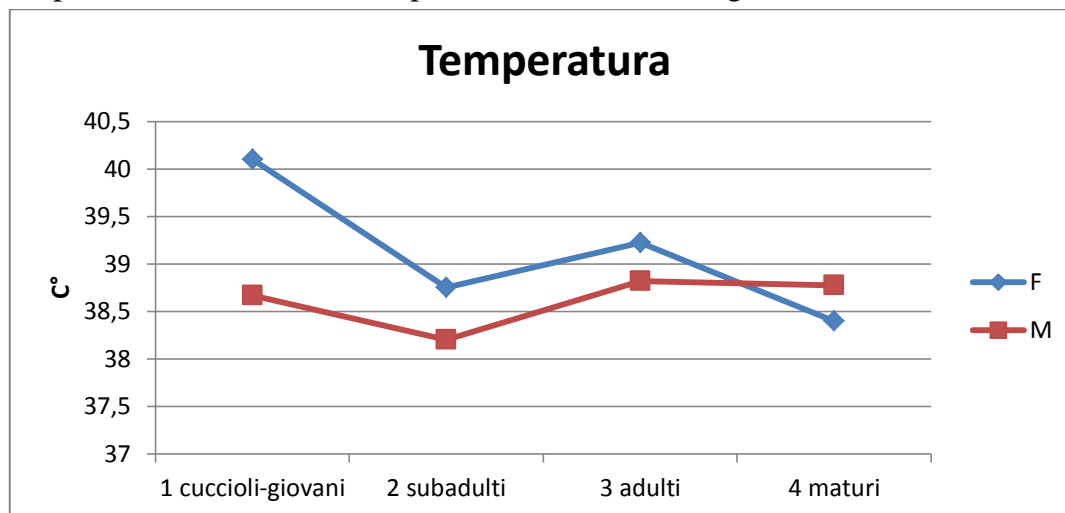


Grafico 8.4 – Rappresentazione grafica delle temperature rettali dei maschi e delle femmine nei quattro intervalli di età

8.3- Correlazione tra temperatura rettale e livello di stress

Ad ogni cattura lo stesso operatore, il Dr. Gentile, attribuiva un punteggio da 1 (basso) ad un massimo di 4 (alto) in base al livello di stress osservato in ciascun orso prima della somministrazione del farmaco. Per i 41 soggetti analizzati al punto 8.2 sono state cercate le correlazioni tra la temperatura corporea e lo stress osservato.

La temperatura rettale e il livello di stress risultano positivamente correlati (valori diversi da zero al livello di significati

correlazione di Pearson; tuttavia non sono evidenziabili ulteriori correlazioni tra il livello di stress e il sesso (valori uguali zero al livello di significatività $p=0,05$). Questi risultati sono in accordo con quanto riportato in letteratura anche per altri mammiferi catturati in natura (Hellgren et al., 1989; McLaren et al., 2005).

Matrice di correlazione (Pearson):

Variabili	cl_stress	TR1
cl_stress	1	0.34061209337625026
TR1	0.34061209337625026	1

I valori in grassetto sono diversi da 0 al livello di significatività alfa=0,05

Tabella 8.5 – Correlazione di Pearson positiva tra il livello di stress e la temperatura retta al tempo

T1

Tale correlazione positiva è indicativa dell'incremento direttamente proporzionale che subisce la temperatura all'aumentare del livello di stress e porta a considerare con maggior attenzione la durata d'azione dei farmaci. Un rialzo della temperatura corporea, infatti, implica un'aumentata velocità del metabolismo dei farmaci che ha come conseguenza una minore durata dell'effetto farmacologico stesso con il rischio di risvegli improvvisi (*McLaren et al., 2005*). Tutto ciò andrebbe tenuto in considerazione durante l'approccio a un animale particolarmente stressato per valutare l'eventuale necessità di una dose aggiuntiva di farmaci per l'immobilizzazione chimica. Questa correlazione positiva spiegherebbe anche perché, a parità di peso corporeo, due orsi possano necessitare di dosi nettamente differenti per ottenere un piano anestesilogico soddisfacente. Tuttavia, la variabilità soggettiva (ad esempio uno stato patologico in atto) e la molteplicità di fattori che concorrono alla determinazione della durata e del tipo di effetto dei farmaci è talmente elevata che non è possibile trarre una conclusione definitiva unicamente sulla base della correlazione positiva tra stress e temperatura rettale. Oltre all'azione dei farmaci, però, lo stress potrebbe influenzare negativamente l'omeostasi dell'animale e questo potrebbe risultare pericoloso in particolari condizioni climatiche o in condizioni cliniche non ottimali. È quindi opportuno sottolineare l'importanza del mettere in atto tutti gli accorgimenti necessari a ridurre al minimo lo stress dell'animale e cercare di intervenire e procedere al contenimento farmacologico nel minor tempo possibile dopo che l'animale è stato immobilizzato con il laccio o con altri metodi di contenimento fisico.

8.4 – Dose dei farmaci e tempo di induzione

Per questa e per le analisi statistiche successive è stato preso in considerazione il campione di orsi bruni marsicani catturati in natura, con il protocollo medetomidina-ketamina e il laccio di Aldrich, di età superiore ai 3 anni. Per avere l'uniformità dei dati sono stati scartati gli animali che avevano richiesto una dose supplementare al momento dell'induzione (ovvero il lancio di un secondo dardo). Dei 33 soggetti scelti come campione non tutti possedevano registrazioni della frequenza cardiaca, della frequenza respiratoria, della temperatura rettale e della saturazione arteriosa di ossigeno per tutti e quattro gli intervalli di tempo considerati; ciò è dovuto alle condizioni di campo in cui prioritaria è la salute dell'animale e ai limiti degli strumenti di misurazione che non sempre permettono di avere valori ad intervalli precisi.

Di questi 33 orsi sono state analizzate le cartelle anestesilogiche e le dosi utilizzate per la cattura e gli animali sono stati ulteriormente divisi in un gruppo *low* e in un gruppo *high* in base alla dose della miscela medetomidina/ketamina utilizzata per ottenere l'anestesia dell'animale e consentire un avvicinamento

sicuro degli operatori. La miscela è stata composta con quantità proporzionali di medetomidina e ketamina: per il gruppo *low* la dose media di medetomidina è di _____ e quella di ketamina è di _____ ; per il gruppo *high* invece la dose di medetomidina è di _____ di ketamina di _____

I risultati del test T di Student per la medetomidina e la ketamina evidenziano una distribuzione normale dei valori sia nel gruppo *low* _____) che nel gruppo *high* _____. Per la variabile medetomidina, come per la variabile ketamina, è stato trovato un livello di significatività $p \leq 0.05$, esemplificativo di un'effettiva differenza tra le dosi nei due gruppi (Grafico 8.5 e Grafico 8.6).

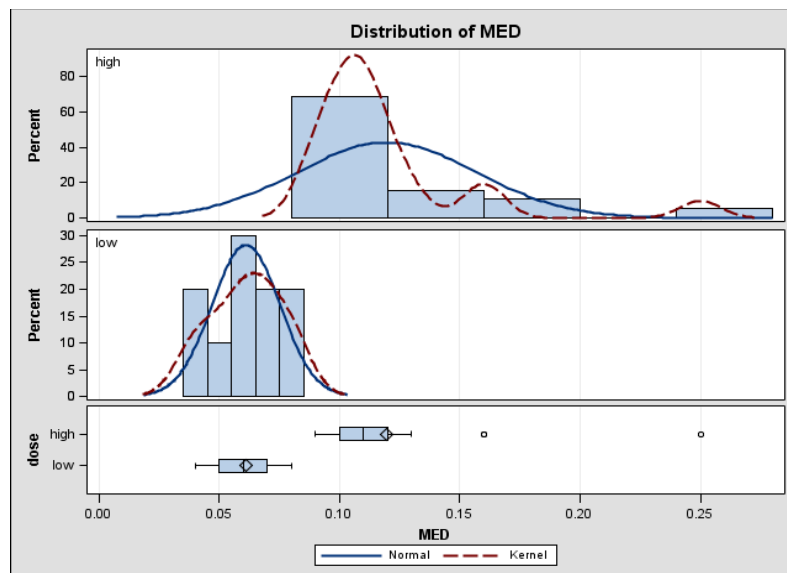


Grafico 8.5 – Distribuzione della dose effettiva di medetomidina tra la classe *low* e la classe *high*

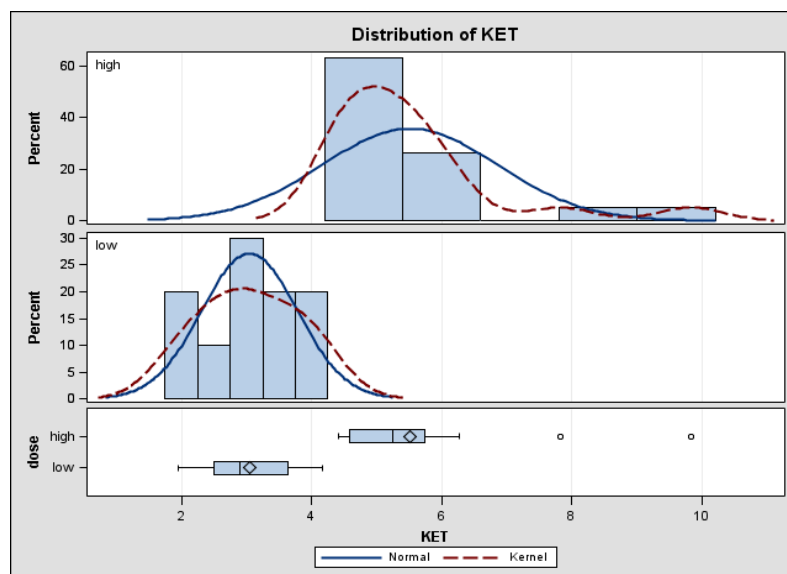


Grafico 8.6 - Distribuzione della dose effettiva di ketamina tra la classe *low* e la classe *high*

Una dose così significativamente diversa tra i due gruppi di animali è giustificabile riprendendo le considerazioni precedentemente fatte riguardo al peso. Essendo quest'ultimo estremamente variabile tra i sessi, le stagioni biologiche e all'interno degli intervalli di età, risulta assai difficile somministrare una dose costante e univoca per tutti gli orsi immobilizzati chimicamente. Tuttavia, come si vedrà nello specifico in seguito, una dose elevata della miscela medetomidina/ketamina rispetto a una dose bassa non ha comportato variazioni significative dei parametri vitali monitorati.

Per quanto riguarda il tempo di induzione, ovvero i minuti intercorsi dalla somministrazione del farmaco alla caduta a terra dell'animale, per il gruppo *high* è di _____ mentre per il gruppo *low* è di _____. La distribuzione dei valori al test T di Student per i tempi di induzione è normale ma non si registrano differenze significative ($p > 0,05$) tra la dose *high* e la dose *low* (Grafico 8.7).

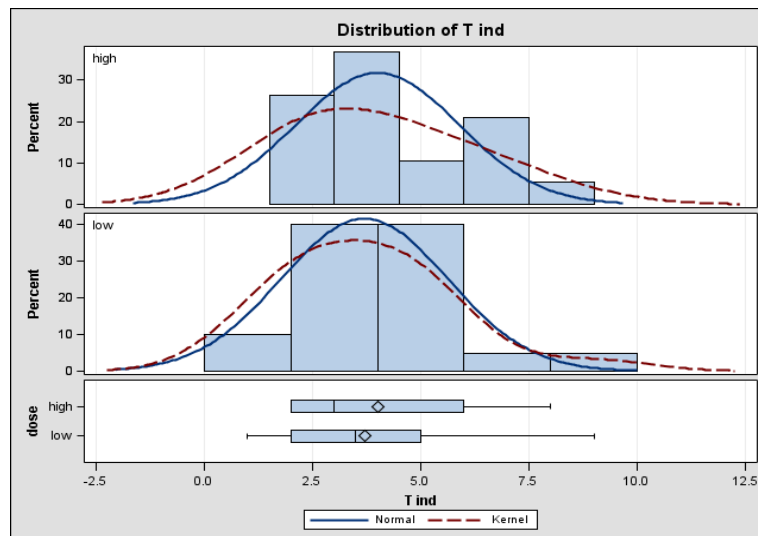


Grafico 8.7 – Distribuzione dei minuti necessari per l'induzione tra le due classi di dosi

Quando si procede alla cattura di un animale selvatico è di fondamentale importanza che l'effetto anestetico compaia nel minor tempo possibile, ottenendo una rapida immobilizzazione dell'animale: è noto infatti come un tempo di induzione prolungato possa sia aumentare la durata dello stress pre-anestetico sia consentire all'animale in free-ranging un maggiore tempo di fuga, con il conseguente aumentato rischio di incidenti per gli animali e gli operatori a seguito della perdita di contatto visivo. Nonostante il tempo richiesto per l'induzione non vari al somministrare di una dose elevata o di una dose bassa, ciò non esclude le altre implicazioni che si hanno a livello clinico al variare delle dosi. Un maggior quantitativo di medetomidina in circolo, anche se parzialmente compensato dal concomitante aumento della ketamina, sarà responsabile di maggiori effetti

depressivi sul cardiocircolatorio rispetto a una dose di medetomidina minore, in quanto la depressione che provoca il farmaco è dose-dipendente (Murrell, 2011). Altri effetti dose-dipendenti si avranno sul respiratorio per quanto riguarda la diminuzione della frequenza respiratoria e la riduzione del volume tidale. Tali considerazioni verranno riprese in seguito, dopo la specifica valutazione degli effetti di dosi diverse su frequenza cardiaca, frequenza respiratoria, temperatura rettale e saturazione arteriosa di ossigeno.

8.5 – Frequenza cardiaca

Dopo aver suddiviso il campione di dati nei due gruppi dose *high* e dose *low* di medetomidina/ketamina, è stata calcolata la media dei valori di frequenza cardiaca rilevati per ciascun intervallo di tempo T1(15±5min), T2(30±5min), T3(45±5min) e T4(60±5min). I valori registrati dopo la prima ora di immobilizzazione chimica o successivamente la seconda dose di farmaco necessaria per il prolungamento dell'anestesia non sono stati considerati poiché ritenuti non più indicativi degli effetti della sola dose di induzione. La Tabella 8.6 riporta i valori medi con relative deviazioni standard di frequenza cardiaca, frequenza respiratoria, temperatura rettale e saturazione arteriosa di ossigeno nei quattro intervalli di tempo considerati.

		T1	T2	T3	T4
FC	<i>low</i>	54,11±14,14	52±12,47	57,25±29,04	47,8±13,86
	<i>high</i>				
FR	<i>low</i>	18,44±13,26	20	17,75±7,5	14,67±8,33
	<i>high</i>	11,78±4,49	12,75±10,81	19,75±18,91	15±10,20
T°	<i>low</i>	39,10±0,53	39,3	38,66±0,80	38,93±0,18
	<i>high</i>	39,08±0,71	39,41±1,10	39,79±1,08	39,27±1,02
SpO₂	<i>low</i>	81±14,32	86	88,5±6,45	39,5±3,53
	<i>high</i>	82,8±5,17	80,2±3,63	87,5±6,95	84,6±4,72

Tab. 8.6 – Tabella riassuntiva dei dati medi con relative deviazioni standard nei quattro intervalli di tempo (FC: frequenza cardiaca; FR: frequenza respiratoria; T°: temperatura rettale; SpO₂: saturazione arteriosa di O₂)

Contrariamente a quanto ci si aspetterebbe, la media dei valori di frequenza cardiaca registrati risulta essere minore per il gruppo con la dose inferiore della miscela di medetomidina/ketamina somministrata (Grafico 8.8).

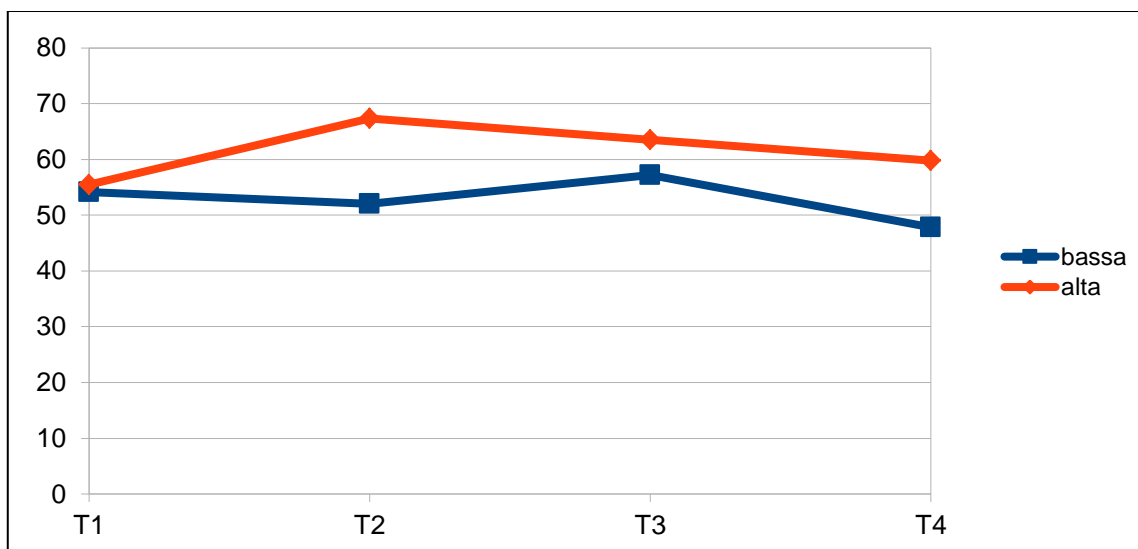


Grafico 8.8 – Andamento temporale delle medie dei valori di FC in base alla dose di medetomidina somministrata

I risultati del test T di Student mostrano una distribuzione normale dei valori di FC per tutti e quattro gli intervalli di tempo considerati, tuttavia solo al tempo T2 (30 ± 5 minuti) (Grafico 8.9) e al tempo T4 (60 ± 5 minuti) (Grafico 7.10) sono state individuate delle differenze significative nelle frequenze cardiache dei due gruppi ($p \leq 0,05$). È stato inoltre effettuato un Test di correlazione di Pearson tra la frequenza cardiaca di ogni animale e i due farmaci rispettivamente ma non è stata trovata alcuna correlazione ($p > 0,05$).

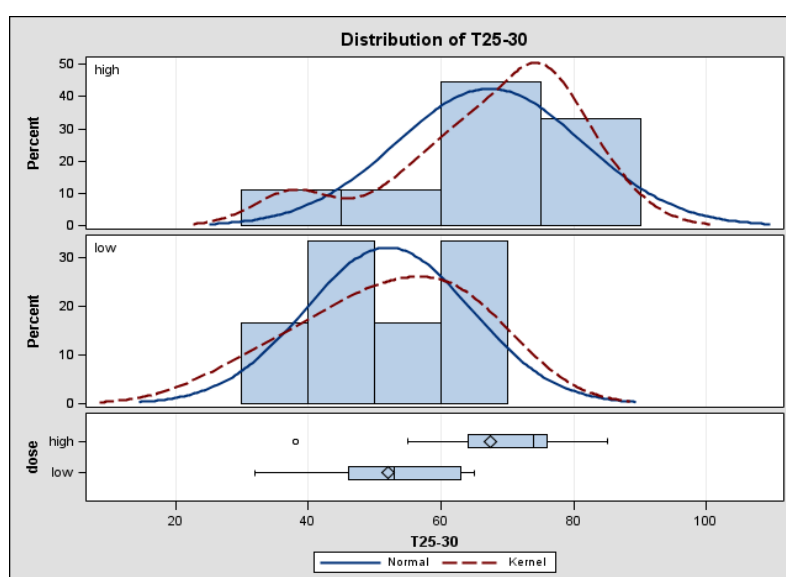


Grafico 8.9 – Distribuzione delle frequenze cardiache a T2 nei due gruppi considerati

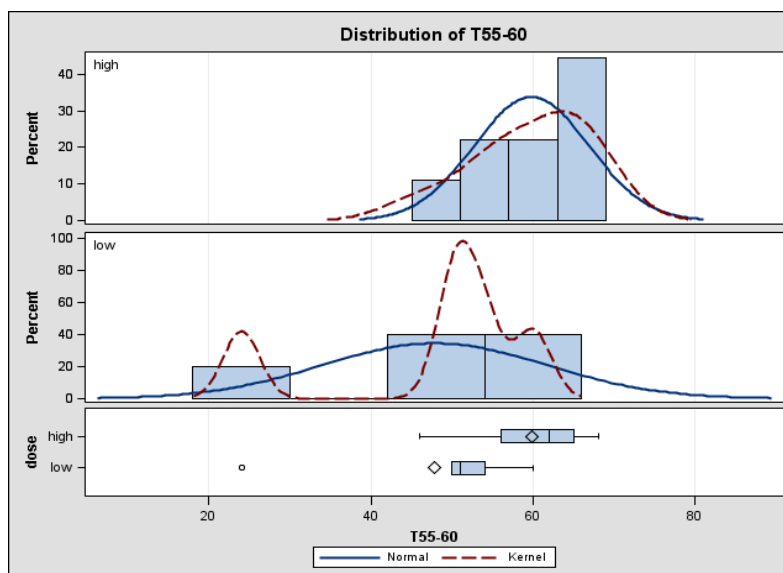


Grafico 8.10 – Distribuzione delle frequenze cardiache a T4 nei due gruppi considerati

I risultati dei test T di Student riportano, contrariamente a quanto ci si aspetterebbe, una frequenza cardiaca maggiore nel gruppo a cui è stata somministrata una dose elevata di medetomidina: tuttavia, ciò è giustificabile se si considera il fatto che nella miscela all'aumentare della medetomidina aumenta anche la dose di ketamina, e che quindi si assisterebbe ad una leggera prevalenza degli effetti eccitatori di quest'ultima. Inoltre le dosi riportate in letteratura per l'immobilizzazione chimica degli orsi bruni in natura sono di 0.05-0.09 mg/kg di medetomidina e di 2.5-5 mg/kg di ketamina in associazione (*Jalanka et al., 1990*) ma in uno studio più recente sugli orsi polari vengono considerate sicure dosi fino a 0.352 mg/kg per la medetomidina e 8.81 mg/kg per la ketamina (*Cattet et al., 1999*). Non ci sono studi più recenti riguardo le dosi efficaci dell'associazione medetomidina-ketamina per l'immobilizzazione chimica dell'orso bruno, tuttavia nel nostro campione la dose più elevata di medetomidina somministrata è stato un caso isolato di 0.250 mg/kg ma non si sono riscontrate problematiche di alcun tipo.

Nonostante la sicurezza del protocollo anestesiológico in esame, vanno però valutati gli altri effetti clinici che può avere una dose maggiore di medetomidina rispetto a una dose bassa. Una bradicardia dose-dipendente indotta dalla medetomidina potrebbe portare a uno stato ipertensivo sistemico transitorio, condizione problematica non tanto per un animale sano quanto per un animale con altre patologie in atto. Inoltre, altri effetti clinici derivanti da un'aumentata dose di medetomidina potrebbero essere anche le ripercussioni negative sulla fisiologia renale di un animale già di per sé compromesso: modificando il flusso ematico renale, infatti, si andrebbe ad affaticare un rene che non è in grado di sostenere adeguatamente il processo di escrezione e si potrebbe compromettere un'omeostasi metabolica in critico equilibrio. Questi ultimi, tuttavia, sono effetti collaterali poco

riportati in letteratura per l'orso, forse anche per la mancanza di dati e per la difficoltà del monitoraggio della funzionalità renale in campo. Per contro, sarebbe molto utile e importante un monitoraggio della pressione arteriosa, ma uno dei maggiori problemi che tutti gli esperti di immobilizzazione chimica devono affrontare è la mancanza di dispositivi pratici, economici, attendibili e portatili che misurino in modo veritiero e in tempo reale la pressione arteriosa. Del resto anche per gli animali maggiormente studiati dal punto di vista emodinamico quali gli animali da compagnia, non esistono strumenti validati per la misurazione indiretta della pressione utilizzabili in qualsiasi condizione clinica e l'unico metodo ritenuto attendibile è al momento la misurazione mediante metodica invasiva, metodo sicuramente non applicabile nelle condizioni in campo.

8.6 – Frequenza respiratoria

È stata calcolata la media dei dati relativi alla frequenza respiratoria degli animali nei quattro intervalli di tempo e si è riscontrato un calo dei valori a partire dal tempo T3 per la dose *high*, mentre per la dose *low* si registra un calo della frequenza respiratoria già a partire da T2, come si evince dal Grafico 8.11.

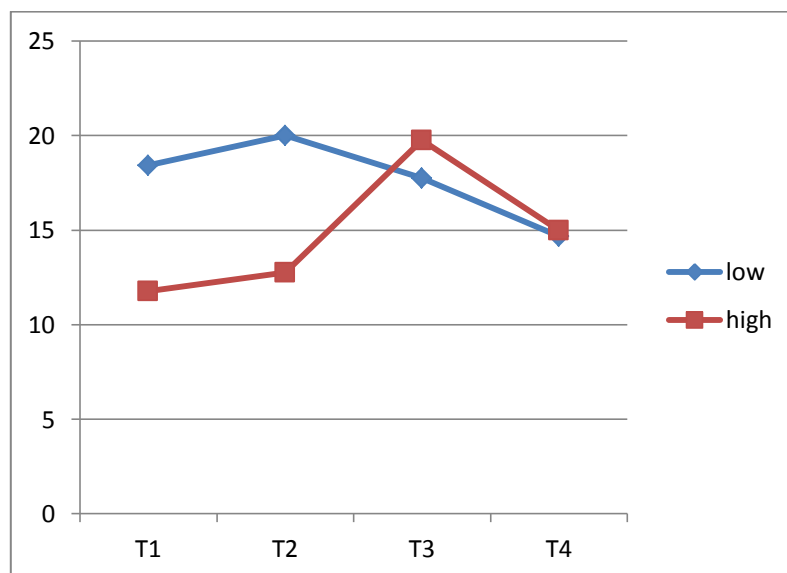


Grafico 8.11 – Andamento temporale della frequenza respiratoria media nei due gruppi di campioni

All'analisi dei valori con il test T di Student si riscontra una distribuzione normale dei dati; tuttavia non vi sono differenze significative ($p > 0.05$) nella frequenza respiratoria del gruppo con una dose di medetomidina ≤ 0.08 mg/kg rispetto a quella del gruppo con dose ≥ 0.09 mg/kg. Questi risultati devono essere però letti alla luce di una scarsa disponibilità di dati, soprattutto nel secondo intervallo di tempo, che potrebbero aver compromesso la significatività della differenza degli effetti fra le due dosi. Come precedentemente discusso, in un protocollo che prevede dosi più elevate di medetomidina e ketamina vanno presi in

considerazione anche gli eventuali altri effetti non monitorabili con gli strumenti normalmente a disposizione. Per quanto riguarda l'apparato respiratorio, la depressione dose-dipendente causata dalla medetomidina può provocare una riduzione del volume tidale e una diminuzione della frequenza respiratoria. La conseguente ipercapnia che si instaura sarebbe essa stessa causa di un compensatorio aumento della frequenza cardiaca, evento che spiegherebbe ulteriormente i risultati riportati al paragrafo precedente. Per contro la ketamina può modificare poco la frequenza

L'aumento della frequenza respiratoria causato dalla ketamina non deve però trarre in inganno in quanto è stata dimostrata un'importante riduzione del volume tidale con una complessiva riduzione significativa del volume/minuto. Questo effetto, associato alla depressione respiratoria ed al miorellassamento causati dalla medetomidina, devono essere tenuti in considerazione durante tutta la procedura ed in tal senso risulta fondamentale il monitoraggio costante non solo della frequenza ma anche del pattern respiratorio e delle altre variabili respiratorie monitorabili (saturimetria, emogasanalisi).

Gli articoli scientifici disponibili riguardo la depressione respiratoria nell'orso bruno prendono tutti in considerazione la miscela medetomidina-zolazepam-tiletamina, ma raccomandano la supplementazione intranasale di ossigeno per contrastare la depressione respiratoria, considerata uno dei maggiori effetti collaterali delle immobilizzazioni chimiche con medetomidina (*Fahlman et al., 2010; Fahlman et al., 2012*). Ovviamente bisogna tener conto che non sempre è possibile disporre in campo della strumentazione necessaria per la somministrazione di ossigeno, ma certamente avere a disposizione tracheotubi, laringoscopio, pallone Ambu, farmaci antagonisti degli anestetici e analettici respiratori possono risultare accorgimenti estremamente utili in alcune situazioni.

8.7 – Saturazione arteriosa di ossigeno

La saturazione arteriosa dell'ossigeno (SpO₂%), espressa come percentuale di emoglobina ossigenata, è stata rilevata mediante una sonda posizionata sulla lingua dell'animale dal momento dell'avvicinamento e per tutta la durata dell'anestesia. Il Grafico 8.12 evidenzia nel tempo un aumento generale dei valori medi di SpO₂ per il gruppo con dose *low*, mentre per il gruppo con dose *high* si riporta dapprima un calo dei valori, successivamente un rialzo, e infine un'ulteriore diminuzione.

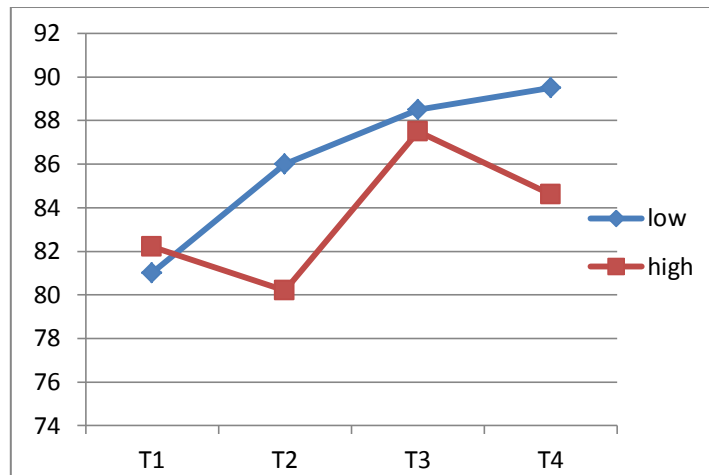


Grafico 8.12 – Andamento temporale della media di saturazione arteriosa di ossigeno nei due gruppi di dosi

Anche per la saturazione di ossigeno il test T di Student mostra una distribuzione normale dei dati ma non registra alcuna differenza significativa tra i due gruppi ($p > 0.05$). Tuttavia questi risultati vanno discussi considerando sia la loro scarsità numerica sia i limiti di rilevazione del pulsossimetro. In accordo con quanto già dimostrato da altri studi (Fahlman et al., 2010) non si possono infatti fare delle stime veritiere sull'ossigenazione del sangue basandosi unicamente sui dati ottenuti con il pulsossimetro: per una veritiera valutazione della funzione respiratoria e di tutte le sue conseguenze è necessario affiancare alla pulsossimetria un'analisi effettuata con l'emogas associata o meno alla capnometria. Solo con i risultati di quest'ultima analisi si potrà fare una discussione sulla variabilità dell'ossigenazione del sangue con l'utilizzo di diverse miscele anestetiche. In condizioni di campo quali quelle in cui spesso ci si trova ad operare, la valutazione dell'efficienza respiratoria si basa anche sulla valutazione di altri parametri clinici quali ad esempio il colore delle mucose e l'auscultazione dei campi polmonari, parametri che però nel nostro caso, per esigenze di campo, non sono stati riportati nella cartella anestesiologicala. Il pulsossimetro resta tuttavia uno strumento utile in campo perché, oltre ad essere di piccole dimensioni quindi facilmente trasportabile, permette di rilevare la presenza/assenza del polso, rileva la frequenza cardiaca ed emette un suono in corrispondenza di ogni pulsazione, elemento utile quando in campo oltre a monitorare le funzioni vitali gli operatori coinvolti devono svolgere altre funzioni per completare le procedure necessarie e rilasciare l'animale in tempi più brevi possibile.

8.8 – Temperatura rettale

Le temperature rettali medie del gruppo con bassa dose somministrata registrano un aumento dei valori tra T1-T2 e T3-T4 mentre nell'intervallo T2-T3 si osserva un decremento. Per il campione con un'alta dose somministrata la temperatura

rettale media risulta incrementare fino a T3, per poi diminuire nell'intervallo temporale successivo (Grafico 8.13).

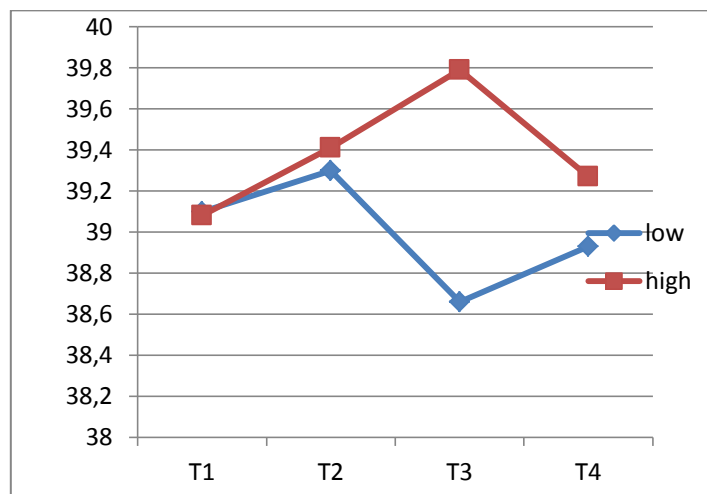


Grafico 8.13 – Rappresentazione grafica dell'andamento medio delle temperature rettali tra T1 e T4

La temperatura rettale analizzata con il test T di Student non evidenzia alcuna significativa differenza ($p > 0,05$) fra i due gruppi di campioni e, al pari degli altri parametri, mostra una distribuzione dei dati di tipo normale. La temperatura rettale non è un parametro unicamente valutabile in base alla dose di anestetico utilizzata in quanto risente di molteplici variabili, tra le quali agenti infettivi, temperature ambientali, suscettibilità soggettiva allo stress. Inoltre, in letteratura nel campo della teleanestesia sull'orso l'ipertermia non è generalmente un grosso problema anche se bisogna considerare che la maggior parte degli studi sull'orso è svolta in climi più freddi rispetto a quelli abruzzesi; l'unico discorso da tenere in considerazione è quello dell'aumentata velocità di degradazione dei farmaci conseguente ad uno stato lievemente ipertermico dovuto allo stress, evenienza precedentemente discussa. Il monitoraggio della temperatura rettale è di semplice esecuzione e si rivela fondamentale in quanto un suo rialzo insistente può essere considerato parametro predittivo di un risveglio improvviso (*McLaren et al., 2005*). Al contrario, nei paesi Scandinavi si registra un'elevata frequenza di casi di ipotermia negli orsi immobilizzati chimicamente, evenienza imputabile alle condizioni climatiche nordiche e alla presenza di un suolo innevato durante la maggior parte delle catture. Grazie al clima mediterraneo e al fatto che le catture non si effettuano generalmente durante la stagione invernale, in Italia non è presente questa problematica.

8.9 – Risveglio e complicazioni perianestetiche

Ad ogni orso è stata fatta un'iniezione intramuscolare di atipamezolo in dosi 3-4 volte quelle della medetomidina iniziale somministrata; su ogni cartella anestesologica è stato poi annotato il tempo di risveglio, valutato lasciando

l'animale tranquillo e osservandolo a distanza. Il tempo di risveglio viene calcolato come i minuti che impiega l'orso dalla somministrazione dell'antagonista al recupero della stazione eretta e della normale propriocezione: per la dose *low* è stato di _____, mentre per la dose *high* è stato di _____. Il tempo di risveglio non sembra variare molto all'aumentare delle dosi.

Per quanto riguarda le complicazioni perianestetiche, solo 15 delle 235 catture totali hanno registrato dei problemi. Nella cartella anestesologica sono riportati sia i segni clinici sia la diagnosi: per una cattura (0,42% delle catture totali) la complicazione è stata il vomito; per 13 immobilizzazioni chimiche (5,53%) la cartella riporta segni clinici di problemi respiratori, come respirazione rantolosa e fuoriuscita di schiuma dalle narici, riferibili a edema polmonare; infine per i rimanenti 2 contenimenti farmacologici (0,85%) la complicazione è stata riferita come rallentamento progressivo della frequenza respiratoria con successivo periodo di apnea.

Il 100% delle immobilizzazioni chimiche ha avuto esito positivo: ciò è merito di una squadra ben preparata ed esperta, coordinata in maniera ottimale dal Dr. Gentile affinché ognuno conosca il proprio ruolo e partecipi attivamente a tutte le operazioni, nonché alle situazioni di emergenza. Il campione scelto per questo studio retrospettivo non rispecchia interamente la totalità delle immobilizzazioni eseguite poiché le situazioni di campo rendono difficile una raccolta dati sistematica. Inoltre, la grande soggettività degli animali selvatici nella risposta ai farmaci anestetici fa sì che le pratiche non possano essere standardizzate sempre nei minimi dettagli: infatti alcuni orsi hanno richiesto una seconda dose poiché molto stressati o per l'incompleta somministrazione del farmaco da parte del primo dardo. La cattura è anche un evento che dipende strettamente da strumentazione che a volte possono essere efficienti solo in parte, come ad esempio un fucile che non conferisce al dardo la traiettoria voluta per qualche problema intrinseco. In questi casi è l'esperienza a fare la differenza.

Capitolo 9 – Conclusioni

L'immobilizzazione chimica della fauna selvatica è importante all'interno dei progetti di conservazione in quanto consente sia di radiocollare gli animali per monitorarne gli aspetti ecologici, sia di reintrodurre in natura soggetti in aree dove certe specie si sono estinte, sia di intervenire in caso di patologie eclatanti.

La cattura dell'orso è un evento complesso perché si deve eseguire l'intervento su un animale prezioso dal punto di vista conservazionistico e al contempo potenzialmente pericoloso, e perché sono poche le informazioni che si hanno sulla fisiopatologia del singolo individuo e in alcuni casi della specifica sottospecie, come nel caso dell'orso marsicano. Inoltre la pressione mediatica che si crea attorno all'evento cattura può rendere la situazione ancora più difficile da gestire. Risulta dunque fondamentale, ai fini di un esito positivo dell'intera operazione, un'ottima pianificazione di tutte le procedure, una buona conoscenza del territorio frequentato dall'orso, un'attenta preparazione e coordinazione del personale coinvolto e una costante attenzione a tutte le fasi della cattura, dalla preparazione del sito di cattura e della strumentazione necessaria al monitoraggio dell'animale a distanza di tempo dopo il rilascio.

Il gruppo di ricerca del Parco Nazionale d'Abruzzo, Lazio e Molise registra ben 235 catture svolte in più di vent'anni, tutte con esito positivo. L'assenza di orsi deceduti per cause correlate all'immobilizzazione chimica è molto importante se si considera il fatto che in una popolazione numericamente ristretta e ad elevato rischio di estinzione anche la morte di un solo soggetto può avere effetti altamente negativi sulla dinamica di popolazione. Dopo il risveglio gli orsi sono stati monitorati per mesi, addirittura anni, quindi si possono escludere i casi di mortalità a lungo termine per cause correlate con l'evento dell'immobilizzazione chimica. Questa numerosità di catture e relativi successi è indice sia del bagaglio culturale sia dell'esperienza maturata dall'equipe del Parco, esperienza che ha permesso di svolgere il più alto numero di immobilizzazioni chimiche ad oggi in Italia.

La raccolta sistematica dei dati relativi ad ogni singola cattura e la loro accurata archiviazione (grazie all'encomiabile lavoro coordinato dal Dr. Gentile) ha permesso all'Ente Parco di disporre di una preziosa banca dati di informazioni che è stata cordialmente messa a disposizione per la stesura di questo lavoro. Tale attenzione alla raccolta dei dati è di fondamentale importanza per la comprensione e l'analisi di quanto avvenuto e per modificare eventualmente le future operazioni di cattura.

Per l'orso bruno marsicano non sono disponibili molte informazioni in letteratura e questo studio retrospettivo rappresenta la prima analisi del peso in relazione alle classi di età, al sesso e alla stagione. Tali informazioni non solo sono importanti per l'immobilizzazione chimica, ma anche per approfondire la conoscenza biologica ed ecologica della specie ai fini della sua conservazione.

Da questo studio si evince come la stagionalità rappresenti uno dei maggiori fattori influenzanti la massa corporea degli orsi bruni marsicani; è quindi necessario programmare le catture nei periodi dell'anno durante i quali la stima del peso risulti di maggiore facilità. Una stima accurata del peso è ottenibile unicamente grazie all'esperienza dell'operatore di tiro, il che sottolinea ulteriormente l'importanza di avere a disposizione una squadra adeguatamente preparata per le catture.

Per la prima volta viene inoltre preso in considerazione il livello di stress relativo alla cattura al laccio con una valutazione soggettiva ma certamente di facile utilizzo: questo parametro è estremamente importante non solo per la sua unicità ma anche in correlazione alla temperatura corporea e al metabolismo dell'animale. Sarà forse possibile in futuro considerare la *metabolic rate* dei farmaci utilizzati, per capire il tempo esatto di durata dell'effetto e quanto questa durata sia influenzata dal livello di stress.

Questo studio retrospettivo sul protocollo medetomidina-ketamina applicato alle catture con il laccio di Aldrich ha dimostrato come la dose utilizzata possa essere sicura nonostante una certa variabilità quantitativa. Le variabili fisiologiche monitorate restano abbastanza stabili nel tempo nonostante la differenza di dosi. Il futuro utilizzo in campo di altri monitoraggi più accurati quali l'emogas analisi ed il monitoraggio della pressione arteriosa permetteranno di avere maggiori informazioni circa l'efficienza respiratoria e cardiocircolatoria con questo protocollo. La preparazione e la coordinazione della squadra risultano di fondamentale importanza anche durante le complicazioni: degli operatori in grado di intervenire attivamente in ogni situazione potranno infatti garantire la maggiore sicurezza possibile per l'animale. Nelle catture analizzate gli inconvenienti rilevati sono stati sporadici, causati dai farmaci utilizzati e comunque gestiti adeguatamente e senza conseguenze per l'animale.

Infine, sarebbe interessante provare a considerare anche per questo protocollo la supplementazione intranasale di ossigeno, già utilizzata negli orsi bruni immobilizzati chimicamente nei paesi scandinavi con il protocollo medetomidina-zolazepam-tiletamina. Nonostante durante le catture analizzate non si siano registrati fenomeni di depressione respiratoria significativa, un catetere intranasale

con flussi di ossigeno adeguati potrebbe rivelarsi una pratica utile e di semplice attuazione anche per le immobilizzazioni effettuate con medetomidina-ketamina.

BIBLIOGRAFIA

- 1) AA.VV., 2005, *Alberta Wildlife Animal Care Committee Class Protocol*, Wildlife research permits and collection licences, Government of Alberta
- 2) AA.VV., 2002, *Brown bear (Ursus Arctos) management strategy in Slovenia*, Ministry of the Environment and Spatial Planning, Slovenia
- 3) AA.VV., 2007, *Piano d'Azione Interregionale per la Conservazione dell'Orso Bruno nelle Alpi Centro-Orientali –PACOBACE*, Ist. Naz. Fauna Selvatica, Documenti Tecnici, XX: 1-143
- 4) AA.VV., 2009, *Piano d'azione Nazionale per la conservazione dell'Orso marsicano – PATOM*, MATTM, Documenti Tecnici
- 5) AA.VV., 2006, *Strategia Orso- piano di gestione dell'orso bruno in Svizzera*, Documenti Tecnici, Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni, Ufficio federale dell'ambiente, Divisione gestione delle specie
- 6) Arnemo JM, Ahlqvist P, Andersen R et al., 2006, *Risk of capture-related mortality in large free-ranging mammals: experience from Scandinavia*, *Wildlife Biology*, 12:109-113
- 7) Arnemo JM, Caulkett N, 2007, *Stress*, in: West G, Darryl H, Caulkett N, ed., *Zoo animal & Wildlife immobilization and anesthesia*, 1st ed., Blackwell Publishing, 103-110
- 8) Atkinson SN, Stirling I, Ramsay MA, 1996, *Growth in early life and relative body-size among adult polar bears (Ursus maritimus)*, *Journal of Zoology*, 239:225-234
- 9) Battisti C, 2004, *Frammentazione ambientale, connettività, reti ecologiche. Un contributo teorico e metodologico con particolare riferimento alla fauna selvatica*, Provincia di Roma, Assessorato alle Politiche agricole ambientali e Protezione Civile, 248

- 10) Bear Specialists Group, 1996, *Ursus arctos*, in: IUCN, *IUCN Red List of Threatened species*, 2013, versione 2013.1
- 11) Bellemain E, Swenson JE, Taberlet P, 2006, *Mating strategies in relation to sexually selected infanticide in a non-social carnivore: the Brown Bear*, *Ethology*, 112: 238-246
- 12) Bologna ME, and Vigna Taglianti A, 1992, *Osservazioni nell'area dell'orso marsicano con particolare riferimento al Gran Sasso ed ai Monti della Laga*, *Hystrix* 4:75–80
- 13) Boscagli G, 1994, *The central Italy bear population: an outline of interventions to save them*, Status Report, Proc. It. Conf, Bear Res. And Management: 532-539
- 14) Cattet M, Boulanger J, Stenhouse G et al., 2008b, *An evaluation of long-term capture effects in ursids: implications for wildlife welfare and research*, *Journal of Mammalogy*, 89(4):973-99
- 15) Cattet M, Bourque A, Elkin BT, et al., 2006, *Evaluation of the potential for injury with remote drug delivery systems*, *Wildlife Society Bulletin* 34: 741-749
- 16) Cattet M, Caulkett N, Lunn NJ, 2003, *Anesthesia of polar bears using xylazine-zolazepam-tiletamine or zolazepam-tiletamine*, *Journal of Wildlife Diseases*, 39:655-664
- 17) Cattet M, Caulkett N, Polischuk S et al., 1999, *Anesthesia of polar bears with zolazepam-tiletamine, medetomidine-ketamine and medetomidine-zolazepam-tiletamine*, *Journal of Zoo and Wildlife medicine*, 30:354-360
- 18) Cattet M, Christison K, Caulkett N, Stenhouse G, 2003, *Physiologic responses of grizzly bears to different methods of capture*, *Journal of Wildlife Diseases*, 39 (3):649-654
- 19) Cattet M, Obbard M, 2010, *Use of hyaluronidase to improve chemical immobilization of free-ranging polar bears (Ursus maritimus)*, *Journal of Wildlife Diseases*, 46 (1): 246-250

- 20) Cattet M, Stenhouse G, Bollinger T, 2008a, *Exertional myopathy in a Grizzly Bear (Ursus arctos) captured by leghold snare*, Journal of Wildlife Diseases, 44(4): 973-978
- 21) Caulkett N, 2007, *Bears*, in: West G, Darryl H, Caulkett N, ed., *Zoo animal & wildlife immobilization and anesthesia*, 1st ed., Blackwell Publishing, 409-415
- 22) Caulkett N, Cattet M, 1997, *Physiological effects of medetomidine-zolazepam-tiletamine immobilization in black bears (Ursus americanus)*, Journal of Wildlife Diseases, 33: 618-622
- 23) Caulkett N, Cattet M, Caulkett JM et al., 1999, *Comparative physiological effects of Telazol, medetomidine-ketamine, and medetomidine-Telazol in polar bears (Ursus maritimus)*, Journal of Zoo and Wildlife medicine, 30: 504-509
- 24) Ciucci P, Boitani L, 2008, *The Apennine brown bear: a critical review of its status and conservation problems*, Ursus 19(2): 130-145
- 25) Clutton RE, 2011, *Cardiovascular disease*, in: AA.VV. *BSAVA Manual of canine and feline Anaesthesia and analgesia*, 2nd ed., BSAVA, 200-219
- 26) Dahle B, Zedrosser A, Swenson JE, 2006, *Correlates with body size and mass in yearling brown bears (Ursus arctos)*, Journal of Zoology, 269: 273-283
- 27) Evans AL, Sahlen V, Stoen EG, et al., 2012, *Capture, anesthesia, and disturbance of free-ranging brown bears (Ursus arctos), during hibernation*, PLoSONE, vol.7 issue 7, 1
- 28) Fahlman A, Caulkett N, Arnemo JM, et al., 2012, *Efficacy of portable oxygen concentrator with pulsed delivery for treatment of hypoxemia during anesthesia of wildlife*, Journal of Zoo and Wildlife medicine, 43(1): 67-76
- 29) Fahlman A, Pringle J, Arnemo JM, et al., 2010, *Treatment of hypoxemia during anesthesia of brown bears (Ursus arctos)*, Journal of Zoo and Wildlife medicine, 41: 161-164
- 30) Falcucci A, Ciucci P, Maiorano L, Gentile L, Boitani L, 2008, *Assessing habitat quality for conservation using an integrated occurrence-mortality model*, Journal of Applied Ecology, 46: 600-609

- 31) Gandolf AR, Fahlman A, Arnemo JM, et al., 2010, *Baseline normal values and phylogenetic class of the electrocardiogram of anesthetized free-ranging brown bears (Ursus arctos)*, *Journal of Wildlife Diseases*, 46: 724-730
- 32) Gervasi V, Ciucci P, Boulanger JB, et al., 2008, *A preliminary estimate of the Apennine brown bear population size based on hair-snag sampling and multiple data source mark-recapture Huggins model*, *Ursus* 19:105–121.
- 33) Gibeau ML, Clevenger AP, Herrero S, Wierzchowsky J, 2002, *Grizzly bear response to human development and activities in the Bow River watershed*, *Biological Conservation*, 103: 227-236
- 34) Heard DJ, 2007, *Monitoring*, West G, Darryl H, Caulkett N, ed., *Zoo animal & wildlife immobilization and anesthesia*, 1st ed., Blackwell Publishing, 83-91
- 35) Hellgren EC, Vaughan MR, 1989, *Rectal temperatures of immobilized, snare-trapped Black Bears in Great Dismal Swamp*, *Journal of Wildlife Diseases*, 25(3): 440-443
- 36) Hill DJ, Langley RL, Morrow WM, 1989, *Occupational injuries and illness reported by zoo veterinarians in the United States*, *Journal of Zoo and Wildlife medicine*, 29: 371-385
- 37) Huber D, Kusak J, Vorc Z, Rafaj R, 1997, *Effects of sex, age, capturing method, and season on serum chemistry values of brown bears in Croatia*, *Journal of Wildlife Diseases* 33: 790-794
- 38) Isaza R, 2007, *Remote drug delivery*, da: West G, Darryl H, Caulkett N, ed., *Zoo animal & wildlife immobilization and anesthesia*, 1st ed., Blackwell Publishing, 61-74
- 39) Jalanka HH, Roeken Bo, 1990, *The use of medetomidine, medetomidine-ketamine combinations, and atipamezole in nondomestic mammals: a review*, *Journal of Zoo and Wildlife medicine*, 21: 259-282
- 40) Jessup D, 1993, *Remote treatment and monitoring of wildlife*, in: Fowler, ME, ed., *Zoo and Wild Animal medicine, current therapy*, 3rd edition, WB Saunders Co., 499-504

- 41)Jonkel JJ, 1993, *A manual for handling bears for managers and researchers*, Missoula, MT: Fish and wildlife service
- 42)Kastner SBR, 2011, *Intravenous anaesthetics*, in: AA.VV. *BSAVA Manual of canine and feline Anaesthesia and analgesia*, 2nd ed., BSAVA, 133-149
- 43)Ko JCH and West G, 2007, *Thermoregulation*, in: West G, Darryl H, Caulkett N, ed., *Zoo animal & wildlife immobilization and anesthesia*, 1st ed., Blackwell Publishing, 111-114
- 44)Kreeger TJ, 2002, *Analyses of immobilizing dart characteristics*, *Wildlife Society Bulletin*, 30:968-970
- 45)Lorenzini R, Posillico M, Lovari S, and Petrella A, 2004a, *Noninvasive genotyping of the endangered Apennine brown bear: a case study not to let one's hair down*, *Animal Conservation* 7:199–209.
- 46)Lorenzini R, Gentile L, Fico R, Sammarone L, 2004b, *La conservazione dell'orso bruno (Ursus arctos) in Appennino: il supporto della genetica non invasiva*, *Hystrix Italian Journal of Mammalogy*, 15:69-85
- 47)Loy A, Genov P, Galfo M, et al., 2008, *Cranial morphometrics of the Apennine brown bear (Ursus arctos marsicanus) and preliminary notes on the relationships with other Southern European populations*, 2008, *Italian Journal of Zoology* 75:65–75.
- 48)Marsilio F, Tiscar PG, Gentile L, Tempesta M, Gatti A, 1997, *A serologic survey for selected viral agents in Marsican Brown bear (Ursus arctos marsicanus) and European Brown bear (Ursus arctos arctos) from the Abruzzo National Park (Italy)*, *Journal of Wildlife Diseases*, 33(2):304-307
- 49)Mazzi A, 2008, *Elementi di anestesia degli animali esotici e selvatici*, seconda ed., Edizioni libreria Cortina Verona
- 50)McLaren GW, Thornton PD, Newman C, Buersching CD, Baker SE, Mathews F, Macdonald DW, 2005, *High rectal temperature indicates an increased risk of unexpected recovery in anaesthetized badgers*, *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 32: 48-52

- 51) Mosley C, Gunkel C, 2007, *Cardiovascular and pulmonary support*, in: West G, Darryl H, Caulkett N, ed., *Zoo animal & wildlife immobilization and anesthesia*, 1st ed., Blackwell Publishing, 93-102
- 52) Murrel JC, 2011, *Premedication and sedation*, in: AA.VV. *BSAVA Manual of canine and feline Anaesthesia and analgesia*, 2nd ed., BSAVA, 120-132
- 53) Nadalin G, Fattori U, Filacorda S, et al., 2009, *L'orso bruno in Friuli Venezia Giulia*, Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, Udine:1-36
- 54) Paterson J, 2007, *Capture Myopathy*, in: West G, Darryl H, Caulkett N, ed., *Zoo animal & wildlife immobilization and anesthesia*, 1st ed., Blackwell Publishing, 115-122
- 55) Powell RA, Zimmerman JW, Seaman DE, 1997, *Ecology and behaviour of North American black bears: home ranges, habitat and social organization*, Chapman&Hall, London
- 56) Ramsay EC, Sleeman JM, Clyde VL, 1995, *Immobilization of black bears (Ursus americanus) with orally administered carfentanyl citrate*, *Journal of Wildlife Diseases*, 31:391-393
- 57) Ramsay MA, Stirling I, 1988, *Reproductive biology and ecology of female polar bears (Ursus maritimus)*, *Journal of Zoology*, 214:601-634
- 58) Randi E, Gentile L, Boscagli G, et al., 1994, *Mitochondrial DNA sequence divergence among some west European brown bear (Ursus arctos L.) populations. Lessons for conservation*, *Heredity* 73:480-489
- 59) Shanmugam AA, Kumar JK, Selvaraj I, Selvaraj V, 2011, *Effects of body weight and season on serum lipid concentrations in sloth bears (Melursus ursinus ursinus)*, *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 42(3): 373-381
- 60) Shury T, 2007, *Capture and Physical restraint of zoo and wild animals*, in: West G, Darryl H, Caulkett N, ed., *Zoo animal & wildlife immobilization and anesthesia*, 1st ed., Blackwell Publishing, 131-144
- 61) Spagnesi S, De Marinis AM (a cura di), 2002, *Mammiferi d'Italia – Quad. Cons. Natura n.14*, Ministero dell'Ambiente – Istituto Nazionale Fauna Selvatica

- 62) Spraker TR, 1993, *Stress and capture myopathy in artiodactyls*, in: Fowler ME, ed., *Zoo and Wildlife animal medicine, current therapy*, 3rd ed., WB Saunders, 481-488
- 63) Stander P, Ghau X, Tsisaba D, et al., 1996, *A new method of darting: stepping back in time*, *African Journal of Ecology*, 34:48-53
- 64) Swenson JE, Adamic M, Huber D, Stokke S, 2007, *Brown bear body mass and growth in northern and southern Europe*, *Oecologia*, 153: 37-47
- 65) Swenson JE, Gersti N, Dahle B, Zedrosser A, 2000, *Action plan for the conservation of brown bear (Ursus arctos)*, in: Europe. *Nature and Environment*, 144: 1-69
- 66) Thomson S, 2011, *Ophthalmic surgery*, in: AA.VV. *BSAVA Manual of canine and feline Anaesthesia and analgesia*, 2nd ed., BSAVA, 183-193
- 67) Tosoni TA, Boitani L, Latini R, Sulli C, Ciucci P, 2013, *Conta cumulative delle unità familiari di orso bruno marsicano per la stima della produttività della popolazione: estate 2013*, Progetto Life ARCTOS – Azione E3E
- 68) Tranquilli WJ, Thurmon JC, Grimm KA, 2007, *Lumb&Jones' Veterinary Anesthesia and Analgesia*, 4th ed., Blackwell Publishin
- 69) U.S. Fish and Wildlife Service, 2006, *Endangered and Threatened Wildlife and Plants; Designating the greater Yellowstone Ecosystem population of Grizzly Bears as a distinct population segment; Removing the Yellowstone distinct population segment of Grizzly Bears from the Federal List of Endangered and Threatened Wildlife*, *Federal Register*, Vol.70, No.221, 69854-69884
- 70) Vigna Taglianti A, 2003, *Ursus arctos, Linnaeus 1758. Note di sistematica*, in Boitani L, Lovari S, and Vigna Taglianti A, ed., *Fauna d'Italia*, Volume XXXVII. Mammalia. III. Carnivora—Artiodactyla, Calderini Bologna
- 71) Voce del Popolo online, *Gli orsi scendono a lago*, 28 aprile 2010
- 72) Waits LP, Talbot SL, Ward RH and Shields GF, 1998, *Mitochondrial DNA Phylogeography of the North American Brown Bear and implications for conservation*, *Conservation Biology*, 408-417

- 73)Wallach J, 1978, *Carnivores (Carnivora): Ursidae*, in: Fowler ME, ed., *Zoo and wildlife medicine*, 1st ed., WB Saunders company, 628-637
- 74)Wiesner H, 1998, *Tierschutzrelevante neuentwicklungen zur optimierung der distanzimmobilisation*, Tierarztl Prax, 26: 225-233
- 75)Zedrosser A, Dahle B, Støen O, 2009, *The effects of primiparity on reproductive performance in the brown bear*, Oecologia, 160: 847-854
- 76)Zedrosser A, Gerstl N, Rauer G, 1999, *Brown bears in Austria: 10 years of conservation and actions for the future*, Monographien BAND M-117, Federal Environment Agency-Austria
- 77)Zedrosser A, Rauer G, Kruckenhauser L, 2004, *Early primiparity in brown bears*, Acta Theriologica, 49(3) : 427-432

SITOGRAFIA

www.americanbear.org
www.aphis.usda.gov
www.astolinto.it/SchedeVM/OrsoB.php
www.b-continent.com
www.bearbiology.com
www.bearproject.info
www.bearsoftheworld.net
www.beartrust.org
www.bikeinsideteam.it
www.blog.timesunion.com
www.corpoforestale.it
www.gallery.usgs.gov
www.gransassolagapark.it
www.icwdm.org
www.life-arctos.it
www.lifeantidoto.it
www.orso.provincia.tn.it
www.orsobrunomarsicano.com
www.parchionline.it
www.parcoabruzzo.it
www.parcofaunistico.tn.it
www.parcomajella.it
www.parcosirentevalino.it
www.pnab.it
www.rebopharm-shop.de
www.salviamolorso.it
www.therecordist.com
www.uniud.it
www.wwf.it

RINGRAZIAMENTI

Vorrei concludere ringraziando tutte le persone che mi hanno aiutato nella stesura di questa tesi e nella scrittura del mio libro “vita”: ringrazio il dott. Leonardo Gentile che mi ha permesso di fare un tirocinio fantastico nel Parco Nazionale d’Abruzzo, Lazio e Molise insegnandomi moltissime cose e facendomi vedere che tutto quello che ho sempre sognato esiste davvero; Vincenza, che mi ha accompagnato in tutte le mie avventure a Pescasseroli, che ha ascoltato le mie chiacchiere, mi ha dato molti consigli e mi ha portato in giro per tre regioni. Ringrazio la mia prof.ssa Giulia Maria De Benedictis, molto più che un’insegnante, molto più che una relatrice, che dopo tre notti dormite per terra, un sacco di confidenze, tour de force sui dati fino alle due del mattino e mezza Italia attraversata insieme in macchina è diventata una grande amica: se tutti gli inseganti trasmettessero metà di quello che ci trasmette lei l’Università cambierebbe radicalmente. Grazie alla dott.ssa Gelli, per tutto il materiale che mi ha fornito e tutto il supporto morale che mi ha dato per la tesi e non solo. Grazie mille anche alla mia correlatrice dott.ssa Fraquelli per avermi letto con attenzione e per essere stata sempre così disponibile.

Ringrazio mamma e papà, senza i quali questa grande avventura non sarebbe mai potuta iniziare: non mi avete mai fatto mancare il necessario, il superfluo mi avete insegnato a guadagnarmelo. Grazie mamma per avermi insegnato che alla bontà non c’è mai fine, che l’onestà viene sempre prima di tutto, che nella vita bisogna restare sempre puri di cuore nonostante il mondo esterno cerchi di sporcarci in tutti i modi; e grazie anche per aver allietato le mie ore di studio con le tue infinite chiacchiere e considerazioni fatte all’amico immaginario. Grazie papà, per avermi insegnato l’arte di saper ascoltare, il sapore dei viaggi, l’apertura mentale verso il mondo, l’anticonformismo, il non adeguarsi al sistema e che non importa la provenienza geografica delle persone, un buon piatto di pasta e una grigliata distruggono le barriere linguistiche tra italiani, polacchi, tedeschi e chi più ne ha più ne metta.

Grazie Ale, per essere la mia prima fan, amica e sopportatrice, per tutta la pazienza che hai avuto tutte le volte che ti ho chiamato e per tutte le cose che abbiamo combinato insieme e che qui, per la mia e tua reputazione, non possono essere scritte. Grazie per tutto il tuo sostegno, le tue chiacchierate notturne, la tua costante presenza che rallegra così tanto la mia vita. Ti ringrazio perché ormai non servono parole tra di noi per capirsi, basta uno sguardo. E questo è sinonimo del fortissimo legame che c’è tra di noi.

Grazie zio e zia per avermi fatto da seconda famiglia, non facendomi mai mancare affetto e comprensione; grazie per tutto il tempo che mi avete dedicato e per tutte le passioni che mi avete trasmesso, grazie per tutti i consigli che mi avete dato, il vostro essere sempre presenti e per avermi sempre sostenuto con tanto affetto.

Ringrazio Pietro, per avermi insegnato ad aprire il cuore, per avermi fatto scendere dalla giostra in cui giravo senza sosta e avermi fatto capire che, se ogni tanto mi fermo e mi guardo intorno, posso farmi stupire da tutta la bellezza del mondo. Grazie per avermi sostenuto in ogni mia scelta, sopportato prima di ogni esame, consolato dopo le mie sconfitte. Grazie per avermi insegnato la filosofia di vita dell’orso e per aver cercato di calmare quel terremoto che sono.

Ringrazio Clara e Eleonora, la mia spalla ed il mio femore, perché senza di loro non starei in piedi, non sarei andata avanti, non avrei superato certi ostacoli e non avrei riso così tanto: siete le migliori amiche che mi potessero capitare. Grazie alle mie pazze coinquiline Jenny e Giada, alle mie amiche Giada, Roberta, Giulia e Gaia per tutte le lezioni, le chiacchierate e le serate di divertimento. Grazie ai miei amici Renzo, Thomas, Mattia e Marco che ogni volta, prima di una crisi isterica pre esame, mi hanno prontamente strappato allo studio e mi hanno portato fuori a dimenticare l'ansia e i problemi. Grazie a Levis, per tutte le chiacchierate filosofiche, le discussioni musicali, i libri prestati e i consigli letterari.

Grazie a Amabile e Lino, per avermi sempre aperto la porta di casa aspettandomi con un sorriso, un caffè, una fetta di torta e, all'occorrenza, un letto comodo dove poter dormire. Grazie a Erto, per essere sempre stato lì, a tirare i fili delle mie radici, a farmi sentire a casa, a regalarmi paesaggi stupendi, emozioni mozzafiato e cieli stellati che mi hanno fatto innamorare, non solo delle stelle. Grazie per l'aria buona che mi fai respirare, la serenità che mi doni e tutti i ricordi con cui mi hai legato.

Ringrazio tutte le persone che mi guardano dall'alto, i miei nonni per avermi reso quello che sono e tramandato questo mio sangue turbolento che mi corre nelle vene. Ringrazio Lory, perché so che ascolti tutti i discorsi silenziosi che ti faccio e, a modo tuo, rispondi ogni volta. Grazie a tutti i miei animaletti, Maja soprattutto e prima di tutti, per avermi fatto da cavie prima degli esami, avermi donato tanto affetto silenzioso e influenzato la mia scelta di iscrivermi a veterinaria. Grazie Maja per tutte le giornate passate insieme, per tutti i discorsi silenziosi che abbiamo fatto, per le passeggiate condivise. Questa tesi è dedicata a te!

E, infine, grazie a Luca. Perché oggi dovevi esserci anche tu, soprattutto tu. Per tutte le pacche sulle spalle che mi hai dato al posto delle parole che, da orso qual eri, ritenevi superflue, per l'entusiasmo che dimostravi ogni volta che ti spiegavo un mio nuovo, pazzo progetto e l'energia con cui mi sostenevi anche se ti dicevo che sarei andata in capo al mondo. Per te tutto era possibile, ce l'avrei fatta a fare qualsiasi cosa e quindi eccomi qui, a pensare a te in questo giorno così importante. Non potevo non rivolgere un pensiero alla persona che mi ha insegnato la Passione (con la P maiuscola) per il lavoro di veterinario, che mi ha fatto vedere come non servano per forza macchinari sofisticati per essere un buon medico e che ha creduto, anzi, crede ancora, così tanto in me. Se solo riuscirò a diventare un decimo di quello che eri tu sarò davvero una buona veterinaria e un'ottima persona. Grazie.

Oggi ho raggiunto un traguardo importante della mia vita: la laurea. Ma chi mi conosce sta già scommettendo su quanto tempo resisterò tranquilla prima di lanciarmi all'impazzata in un'altra corsa. Perché anche se la laurea mi lascia il sapore della parola "fine" in bocca, io sto già pensando alla prossima cosa da fare.

13 dicembre 2013