

Effetti dello stordimento pre-macellazione sul benessere dei piccoli ruminanti



R. TRENTINI, E. DI FEDE, L. IANNETTI, E. RUGGIERI, A. DI NARDO, P. DALLA VILLA

Istituto "G. Caporale" Teramo - Via Campo Boario - 64100 Teramo

RIASSUNTO

Lo stordimento è una fase critica della macellazione che deve essere gestita in modo corretto per garantire il benessere animale e la qualità delle carni. A tal fine è necessario che gli operatori del settore abbiano un'adeguata conoscenza di strumentario e procedure, da applicare in modo scrupoloso, come richiesto dalle norme vigenti. Nel presente studio viene fornita una panoramica sulle differenti tecniche di stordimento dei piccoli ruminanti, con particolare riferimento all'impatto di ciascuna sul benessere degli animali, nonché le possibili ripercussioni sulla qualità delle carni. L'elettronarcosi e la pistola a proiettile captivo sono le principali tecniche impiegate tuttavia, qualunque sia la metodica utilizzata, è sempre necessario procedere seguendo le corrette manualità, controllare l'adeguato funzionamento delle apparecchiature e porre particolare attenzione che strumenti e accessori siano proporzionati alla taglia dell'animale da stordire. Nel caso si utilizzi uno storditore elettrico, per esempio, è fondamentale rispettare parametri quali intensità, voltaggio e durata, che variano in relazione alle dimensioni e all'età dell'animale. L'organizzazione razionale della catena di macellazione è altrettanto importante, soprattutto al fine di evitare inutili ritardi che potrebbero prolungare la durata dell'intervallo stordimento-iugulazione, parametro fondamentale per il benessere animale. L'impiego di procedure operative, un adeguato training del personale e l'adozione di piani di autocontrollo che prevedano l'individuazione e la gestione dei rischi correlati allo stordimento, sono imprescindibili.

PAROLE CHIAVE

Stordimento, benessere animale, qualità della carne, piccoli ruminanti.

INTRODUZIONE

Nel mondo occidentale, per tutto il XIX secolo, lo stordimento pre-macellazione non era diffuso e solo in alcune comunità vi era la consuetudine di stordire gli animali mediante percussione. Finalità sanitarie volte a migliorare il dissanguamento delle carni hanno indotto il legislatore, nei primi decenni del secolo scorso, a prevedere l'impiego di metodiche che provocassero lo stordimento dell'animale prima della iugulazione. In Italia, per lungo tempo, la macellazione degli ungulati domestici, ovini e caprini compresi, è stata regolata dal regio decreto 3298/1928⁵⁰, che richiedeva all'art. 9 che gli animali venissero macellati adottando "procedimenti atti a produrre la morte nel modo più rapido possibile, usando apparecchi esplodenti a proiettile captivo [...] ovvero altro sistema da riconoscersi idoneo dall'autorità". Lo stordimento doveva essere "immediatamente seguito dalla recisione dei grossi vasi sanguigni del collo" per indurre la morte dell'animale tramite dissanguamento. La pratica dello stordimento venne estesa anche ai volatili e lagomorfi solo negli anni '70 con il DPR 967/1972⁵¹. I primi riferimenti normativi comunitari risalgono agli anni '70 con la Direttiva CEE 74/577¹⁶, che disponeva lo stordimento pre - macellazione degli animali. Diversi anni dopo il Consiglio d'Europa ha promosso la Convenzione Europea per la protezione degli animali da macello, approvata con Decisione 88/306/CEE¹⁷. La protezione degli animali durante la macellazione è stata a lungo regolata in tutti i Paesi dell'Unione Europea³⁴ attraverso

so la Direttiva Comunitaria 93/119/CE⁷⁹ recepita in Italia con il Decreto Legislativo n. 333 del 01/09/1998⁵². Finalmente lo stordimento non veniva più associato alla macellazione solo per finalità di tipo sanitario ma riconosciuto anche come un'operazione necessaria per la tutela del benessere animale. La normativa regolamentava, inoltre, le operazioni antecedenti la macellazione vera e propria, come lo scarico degli animali dai mezzi di trasporto, la stabulazione in attesa della macellazione e l'immobilizzazione precedente lo stordimento, nel rispetto del benessere animale. Attualmente la Direttiva Comunitaria 93/119/CE⁷⁹ è stata abrogata con il nuovo Regolamento CE 1099/2009⁸⁰ che continua a considerare i principi di benessere animale già previsti, pur consentendo alcune deroghe per la macellazione rituale, nel rispetto del diritto alla libertà di religione sancito dalla Carta dei diritti fondamentali dell'Unione Europea. La problematica relativa alla macellazione rituale permane comunque viva e dibattuta e non è possibile escludere futuri adeguamenti alla luce di un approccio rigorosamente scientifico alle problematiche di benessere animale.

Il regolamento 1099/2009 ribadisce che tutte le fasi della macellazione devono "essere condotte in modo tale da risparmiare agli animali ansia, dolori e sofferenze evitabili" ed inoltre fornisce precise indicazioni sulle condizioni di coscienza e di sensibilità degli animali; la prima riferita alla capacità di percepire emozioni e di controllare i movimenti volontari, la seconda connessa alla capacità di percepire il dolore⁸⁰. Lo stordimento deve essere pertanto effettuato mediante tecniche che inducano la perdita momentanea delle due condizioni richiamate.

Il presente lavoro fornisce una panoramica sulle differenti tecniche di stordimento, una descrizione dello strumentario

Autore per la corrispondenza:
Paolo Dalla Villa (p.dallavilla@izs.it).

utilizzato ed una rassegna dei punti di applicazione. I diversi eventi che si susseguono nell'ambito delle fasi di pre e post-stordimento degli animali vengono trattati per evidenziarne le criticità riferite al benessere animale, senza tralasciare gli aspetti sanitari. In particolare, ciascun metodo di stordimento viene preso in esame con una valutazione dell'impatto sia dal punto di vista del benessere animale che dal punto di vista degli effetti sulla qualità delle carni. Infine vengono evidenziati errori comunemente osservabili nella pratica con specifici suggerimenti utili ad assicurare l'efficacia dello stordimento dei piccoli ruminanti.

TECNICHE DI STORDIMENTO

Lo stordimento viene praticato al fine di indurre uno stato di incoscienza e insensibilità temporaneo al dolore ed alle percezioni⁴³. Tali condizioni devono essere mantenute fino alla recisione dei grossi vasi sanguigni che induce la morte dell'animale per ipossia. Al momento i metodi di stordimento più comunemente impiegati per i piccoli ruminanti sono l'elettronarcosi e la pistola a proiettile captivo²⁷. In generale le tecniche di stordimento vengono classificate come invasive e non invasive a seconda delle modificazioni che inducono sulla struttura del cranio, oppure in metodi meccanici, elettrici e chimici, a seconda della natura del mezzo applicato. Alcuni di questi metodi non si limitano allo stordimento temporaneo essendo in grado di indurre anche la morte. Il dispositivo a proiettile captivo penetrante viene classificato come metodo invasivo e meccanico mentre il dispositivo a proiettile captivo non penetrante e la percussione della testa vengono classificati come non invasivi in quanto inducono commozione cerebrale pur mantenendo l'integrità ossea. L'elettronarcosi è un metodo non invasivo elettrico mentre l'esposizione al biossido di carbonio è un metodo non invasivo chimico. Quest'ultimo metodo non è trattato in maniera estensiva in quanto, benché il suo impiego sia stato recentemente valutato in diversi studi, al momento non è ancora tra i metodi consentiti in Unione Europea per lo stordimento degli ovicapri: si è preferito pertanto approfondire i più utilizzati metodi di stordimento meccanici ed elettrici, previsti dal regolamento CE 1099/2009, pur senza tralasciare le più recenti acquisizioni in relazione agli effetti del biossido di carbonio sul benessere e sulla qualità delle carni degli ovini.

PISTOLA A PROIETTILE CAPTIVO

Introdotta alla fine del XIX secolo, è ancora oggi utilizzata per lo stordimento di equini, bovini, ovini, caprini e suini. La pistola presenta un'impugnatura anticivolo che ne agevola la presa; il proiettile non è libero ma, a differenza delle comuni armi da fuoco, è costituito da un punzone di diametro e lunghezza rispettivamente di 1 e 3 cm che resta ancorato all'arma; la cartuccia è colorata in base alla potenza erogata durante lo sparo (Figura 1). Solitamente la cartuccia di colore verde è calibrata per gli ovi-caprini, quella rossa per i bovini. Con questo metodo si ha la perdita di sensibilità e l'arresto della respirazione, ma l'attività cardiaca viene mantenuta per alcuni minuti dopo lo stordimento⁴². L'efficacia è determinata dall'energia trasmessa dall'impatto del proietti-

le sulla testa dell'animale ed anche dal punto anatomico nel quale il proiettile viene introdotto²⁷.

Il punto di repere preferenziale, per animali che non presentano le corna, è individuabile in corrispondenza del punto più alto della testa. Lo strumento deve essere posizionato sulla linea mediana ed in corrispondenza della sommità del cranio, rivolto verso la gola dell'animale ("crown position", Figura 2)^{27,70}. Colpi distanziati di oltre 2 cm da questo punto di repere preferenziale producono frequentemente uno stordimento inefficace⁴². Per gli ovicapri forniti di corna il punto ideale è localizzato posteriormente alla sommità del cranio ("poll position", Figura 3) dietro la linea di congiunzione della base delle corna; in questo caso lo strumento deve essere diretto verso l'angolo della mandibola^{70,18} e indirizzato anteriormente, verso l'encefalo⁴².

La penetrazione del proiettile captivo danneggia la struttura reticolare centrale, gli assoni e la corteccia cerebrale³². Le parti più profonde del cervello vengono distrutte non solo dalla potenza del proiettile ma anche dall'azione delle onde causate dall'impatto⁶¹. Pertanto, non solo la profondità di penetrazione del proiettile ma anche l'energia da esso trasmessa rivestono particolare importanza. L'energia del proiettile dipende dal diametro e dalla velocità dello stesso ed è influenzata anche dal modello della pistola. Studi condotti da Daly nel 1987²⁴ sulle variabili che condizionano la potenza del proiettile, hanno documentato che la quantità di energia che si impatta sull'animale è maggiormente condizionata dal diametro del proiettile che non dalla sua velocità, sebbene quest'ultima resti essenziale per uno stordimento efficace⁴³. Nel corso degli anni sono state raccolte informazioni utili per migliorare l'utilizzo di questo metodo e per conoscere la velocità ed il diametro adeguati. Studi condotti con l'utilizzo di stimoli somatosensoriali e visivi^{23,25,46}, hanno valutato le funzioni cerebrali dopo l'utilizzo del proiettile captivo. Per verificare la presenza di attività cerebrale gli animali sono stati sottoposti a stimoli visivi (flash di luce), le risposte corticali evocate (VERs: Visual Evoked Responses) sono state rilevate tramite elettroencefalogramma⁴⁵. L'assenza di VERs indica la mancata percezione degli stimoli e quindi un efficace stordimento. Per le pecore l'assenza di risposte si riscontra con una velocità minima del proiettile di 20 m/sec, per i bovini 55 m/sec^{25,46}. Una maggiore velocità del proiettile (pecore 47 m/sec) causa una riduzione dal 60 al 10% dell'incidenza delle risposte corticali che, tuttavia, persistono anche con velocità superiori a 72 m/sec^{22,24}. La ripresa dell'attività cerebrale e della sensibilità avviene, in media, in un tempo compreso tra 16,7 e 49,6 secondi²³.

Impatto sul benessere

L'impatto della pistola a proiettile captivo sul benessere degli ovicapri è strettamente correlato al suo corretto utilizzo e manutenzione. Lo scorretto posizionamento o una gestione poco accurata di questo strumento si possono tradurre in una insufficiente penetrazione del proiettile nell'ambito del tessuto cerebrale, con conseguente conservazione della sensibilità da parte dell'animale. Allo stesso modo, l'imperizia degli operatori nell'uso della pistola può procurare all'animale gravi ferite non immediatamente mortali, con evidente ripercussione negativa sul benessere. Per alcune razze ovicaprine, caratterizzate da un notevole e caratteristico sviluppo delle corna, così come per quelle caratterizzate da abbondante vello, l'impiego del proiettile captivo dovrebbe essere



Figura 1 - Pistola a proiettile captivo e confezioni di diversi tipi di proiettili utilizzati (verde per gli ovini).

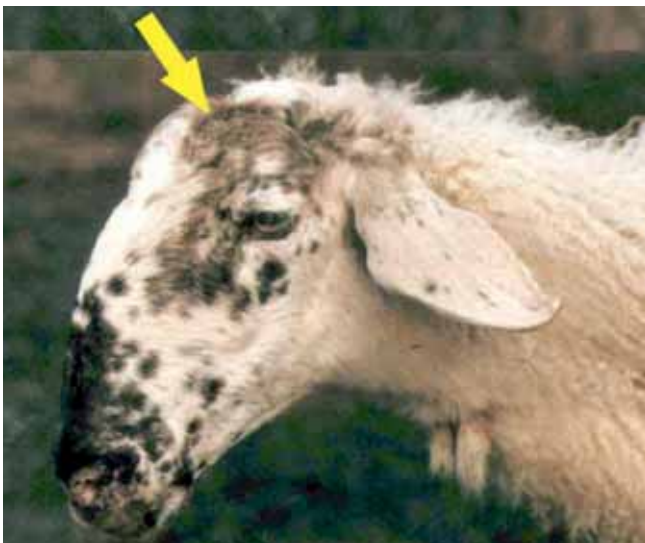


Figura 2 - Punto di reperi preferenziale per la pistola a proiettile captivo negli ovini privi di corna.



Figura 3 - Punto di reperi preferenziale per la pistola a proiettile captivo negli ovini con corna.

preferito allo stordimento elettrico; ma, particolarmente in questi casi, una inaccurata applicazione dello strumento associata ad inadeguati diametro e velocità del punzone, possono indurre uno stordimento inefficace. La riduzione della velocità del proiettile può essere condizionata da diversi fat-

tori: insufficiente pressione della pistola ad aria compressa, dimensioni del percussore, dimensione della camera d'espansione dei gas di scarico. Quest'ultimo aspetto è molto importante nelle pistole con cartuccia in quanto la velocità del proiettile è direttamente proporzionale alla dimensione della camera. La velocità del proiettile si riduce anche quando aumenta lo spazio di combustione, per esempio quando l'otturatore non riesce ad arretrare completamente. Qualora la pistola sia corrosa o contenga tracce di materiale combusto, l'otturatore non arretra a sufficienza e, di conseguenza, la camera d'espansione sarà allargata. La scarsa manutenzione dello storditore impedisce all'otturatore, dopo ogni colpo, di recuperare la sua massima estensione posteriore, riducendo l'escursione del punzone. Per tutti questi motivi, è molto importante prevedere una accurata manutenzione dell'arma, in conformità a quanto consigliato dal produttore e sostituire immediatamente le eventuali parti danneggiate o difettose. Il nuovo Regolamento CE 1099/2009 prevede che i responsabili degli stabilimenti di macellazione provvedano a stabilire delle procedure operative standard specifiche per l'uso e manutenzione delle attrezzature che tengano conto delle istruzioni del fabbricante consentendo di assicurare costantemente un adeguato livello di funzionalità⁸⁰. Il corretto impatto del proiettile sul cranio trasmette alle strutture encefaliche la forza percussiva responsabile della perdita di sensibilità. Un colpo diretto caudalmente alla giunzione atlanto-occipitale rischia di fratturare la prima vertebra cervicale e di non trasmettere una sufficiente forza percussiva; requisito indispensabile a causare insensibilità dell'animale, mentre un colpo diretto in posizione più craniale, a livello dei condili dell'osso occipitale, è responsabile della perdita delle risposte corticali evocate (VERs)¹². Per evitare che la pistola non venga saldamente in contatto con la testa dell'animale, esistono in commercio degli strumenti che erogano il colpo solo se adeguatamente premuti sulle ossa craniche. A tal proposito è bene sottolineare la corretta immobilizzazione dell'animale quale fattore determinante per la buona riuscita dell'operazione. Una tecnica di valutazione delle capacità dell'operatore può consistere nell'effettuare un conteggio dei fori presenti sulle ossa craniche degli animali.

ELETRONARCOSI

L'elettronarcosi rientra fra le tecniche non invasive ed è il sistema più utilizzato in quanto efficace ed economico^{8,84} oltreché sicuro da un punto di vista sanitario rispetto al rischio di disseminazione di materiale potenzialmente infetto in presenza di Encefalopatie Spongiformi Trasmissibili (TSE)⁴¹. Con questa tecnica si ottiene una rapida perdita di coscienza e la scomparsa totale della sensibilità con perdita dei riflessi a cui si aggiunge un'alterazione dell'attività cardio-circolatoria¹¹. L'elettronarcosi prevede l'utilizzo di porta elettrodi che possono variare per forma: a struttura fissa, a y o a pinza²¹, a forbice, a sbarra, a pistola. Esistono anche elettrodi liberi manuali⁵⁸.

Gli elettrodi possono essere applicati secondo il metodo "solo testa" oppure "testa - corpo/ testa - arto"¹¹. Con il primo metodo vengono posizionati su entrambi i lati della testa a livello della regione temporale (Figura 4), più precisamente in un punto localizzato a metà della linea che va dal canto laterale di un occhio alla base dell'orecchio omolaterale^{58,84}. Con



Figura 4 - Corretta modalità di applicazione delle pinze per elettrotrancosi negli ovini (metodo "solo testa").

il secondo metodo, due elettrodi vengono posizionati sempre nella regione temporale mentre il terzo può essere posizionato in diverse regioni del corpo; garrese, dorso, lombi, arti anteriori o i posteriori o torace, in quest'ultimo caso a livello delle ultime due coste⁵⁸. Generalmente gli elettrodi applicati sulla testa hanno forma di sottili bastoncini con le estremità appuntite o arrotondate, mentre quelli sistemati sul corpo si presentano come un piatto curvo o un nastro¹¹.

I parametri fondamentali da considerare per un corretto stordimento sono: il voltaggio, la resistenza elettrica, l'ampereaggio e il tempo di applicazione. Il **Voltaggio** (V) è la differenza di potenziale tra i due elettrodi: quanto maggiore sarà tale differenza, tanto maggiore sarà la tensione della scarica elettrica che attraverserà l'organismo. L'**impedenza o resistenza elettrica** è la resistenza che un organismo vivente oppone ad essere attraversato da un flusso di corrente elettrica: quanto maggiore sarà l'impedenza tanto più si dovrà aumentare l'ampereaggio. Negli ovini la resistenza elettrica non è condizionata solamente dal contatto tra elettrodo e cute, ma varia anche in relazione ad età, dimensioni della testa²⁷ ed estensione del vello⁵⁷. L'**Amperaggio** (A) è il valore (misurato in Ampere) che indica l'intensità di corrente, cioè la forza di penetrazione nell'organismo, ed è dato dal rapporto tra voltaggio (misurato in Volt) e impedenza (misurata in Ohm). Il **tempo di applicazione** degli elettrodi varia normalmente in relazione al voltaggio; secondo le indicazioni fornite da Gracey³⁴ questo dovrebbe essere di 7 secondi nel caso di basso voltaggio (inferiore a 150V), e di 3 secondi in caso di alto voltaggio (superiore a 300V). Ad ogni modo, il tempo di distribuzione della corrente non deve superare il periodo necessario all'induzione di una sindrome epilettiforme, che in genere insorge entro un secondo dall'applicazione della scarica elettrica^{27,28}.

L'intensità ottimale, necessaria per indurre un adeguato stato di incoscienza, continua ad essere oggetto di discussione. Lambooy⁵⁷ riporta un amperaggio minimo di 0,33 A sufficiente a stordire il 90% degli animali e suggerisce, per aumentare questa percentuale, un amperaggio di almeno 0,5 A (160 V). Per quanto riguarda i caprini, invece, sarebbero ne-

cessari 200V per le capre adulte e 0,60A (160V) per i capretti, valore consigliato anche per gli agnelli^{27,28,29,84}. In precedenza altri autori avevano consigliato per gli ovini adulti un voltaggio di 80-100 V^{3,19,20,56,89} e anche di soli 75 V per 7 sec.⁸¹. Secondo il Reg. 1099/2009⁸⁰ e le linee guida OIE⁷⁰ è necessario applicare negli ovini adulti un'intensità di corrente minima di 1,0 A nel caso del metodo "solo testa", di 0,4 A per gli agnelli e 0,7 A per i capretti, con voltaggio 250 V ad una frequenza di 50 Hz con tempi di applicazione che vanno da 1 a 3 secondi. Anche con la tecnica "testa - corpo" il livello minimo di corrente sarebbe di 1,0 A. In linea generale si raccomanda l'uso di storditori elettrici con limiti d'ampereaggio, piuttosto che di voltaggio, al fine di prevenire un eccessivo amperaggio in caso di bassa impedenza.

L'elettrotrancosi agisce sul Sistema Nervoso Simpatico (SNS) mediante un flusso di cariche elettriche che attraversano il tessuto cerebrale, ne causano la depolarizzazione e desensibilizzazione inducendo attività motorie involontarie indicate come attacchi epilettiformi generalizzati^{27,84} nei quali è possibile notare opistotono (prevalenza dei muscoli estensori sui flessori) nistagmo, defecazione e scialorrea⁵⁷. Il verificarsi di questa condizione motoria, attesta lo stato di incoscienza dell'animale. Lo stato epilettiforme generalizzato inizia con una contrazione muscolare tonica e da una fase clonica seguita da flaccidità muscolare; durante queste tre fasi l'animale è incosciente.

La fase tonica dura in media 10-20 secondi, con caduta della pressione sanguigna e progressivo ripristino dei valori¹⁹ che, 11 secondi dopo lo stordimento⁸⁴ possono superare di due-tre volte quelli normali⁵⁵. Solitamente, in questo arco di tempo, l'animale deve essere sottoposto alla iugulazione. Alla fase tonica segue immediatamente la fase clonica che dura in media da 15 a 45 secondi ed è più pronunciata in animali storditi con elettrodi applicati secondo il metodo "solo testa" rispetto al metodo "testa - corpo". Dopo la fase clonica subentra un periodo di stasi al termine del quale, se l'animale è stato stordito con il metodo "solo testa", c'è il recupero di tutte le funzioni organiche.

L'effetto dello stordimento elettrico "solo testa" ha una durata temporale che è stata valutata con l'utilizzo dell'elettroencefalogramma (EEG). Questo ha evidenziato nelle pecore la persistenza dello stato di incoscienza per circa 40 secondi^{6,7}, a fronte di una durata media dello stato generale epilettiforme di 43 secondi⁵⁷. Negli agnelli l'assenza di coscienza è stata valutata con l'EEG e con un test algico, effettuato mediante la stimolazione nocicettiva della regione nasale con un pungolo metallico. In entrambi gli studi è stato documentato uno stato di incoscienza di almeno 60 secondi⁶².

Impatto sul benessere

Uno stordimento elettrico che rispetti il benessere animale prevede che la corrente elettrica sia erogata secondo parametri ben definiti e si protragga per almeno tre secondi^{27,28,29}.

Lo stordimento inefficace è causa di sofferenza per l'animale sia durante l'erogazione della scarica elettrica sia durante il dissanguamento. È stato riportato che l'errata applicazione può causare nell'animale la sola incapacità di vocalizzare, con il permanere dello stato di coscienza^{20,47,49,75}.

Nel corso degli anni altri studi hanno valutato l'impatto dell'elettrotrancosi sul benessere animale^{47,88}. In generale risulta chiaro che, per verificare l'efficacia della corrente elettrica nell'indurre uno stato epilettiforme generale, sarebbe di fon-

damentale importanza l'utilizzo dell'elettroencefalogramma (EEG). Tuttavia, poiché nella pratica questo strumento non è comunemente applicabile, sono stati sviluppati degli indicatori comportamentali che consentono di rilevare uno stato di incoscienza accettabile. Gli indicatori utilizzati per verificare lo stordimento e lo stato di incoscienza sono l'assenza di riflessi e/o reazioni⁹, in analogia a quelli utilizzati per verificare l'efficacia dell'anestesia farmacologica: assenza di riflesso palpebrale, pupillare e podale, assenza di vocalizzazioni, immobilità tonica e incapacità a mantenere la postura, attività cardiaca e respiratoria, convulsioni epilettiformi¹¹. Nelle pecore tuttavia non è possibile stabilire il termine dello stato epilettiforme senza l'ausilio dell'EEG perché l'uso degli indicatori clinici è significativo solo nel 40% dei casi⁵⁷.

Durante lo spasmo clonico si può osservare l'assenza del respiro, del riflesso corneale e della sensibilità dolorifica valutata mediante la punzione del naso con un ago ipodermico¹⁹. In base allo studio di Leach et al.⁶⁴ effettuato su un gruppo di pecore a cui veniva somministrato uno stimolo elettrico preceduto da un segnale luminoso, sfruttando il principio del condizionamento^{15,72}, si è ipotizzato che lo stordimento elettrico ben applicato non dovrebbe essere doloroso. Qualora lo stordimento fosse doloroso, argomentano gli autori, le pecore, durante il proseguimento della prova, dovrebbero rispondere al segnale luminoso con un aumento della frequenza cardiaca, dell'ematocrito e del glucosio plasmatico.

L'intensità di corrente da applicare differisce a seconda della specie animale, quindi è importante che venga modulata diversamente tra gli ovini ed i caprini. Gli strumenti necessari sono: l'amperometro, che permette di verificare in tempo reale l'intensità di corrente tra gli elettrodi della pinza ed un dispositivo acustico che indica la durata ed uno elettronico per misurare l'impedenza dell'animale e che, nel caso l'amperaggio non sia sufficiente, ne blocchi il funzionamento. Fra le problematiche registrate durante l'elettronarcosi dei piccoli ruminanti c'è da sottolineare il malfunzionamento di alcuni dispositivi ed in modo particolare del segnale acustico durante l'applicazione della corrente²¹. Nelle pecore, per favorire ulteriormente il contatto tra elettrodo e cute, si possono utilizzare degli elettrodi a punta²⁷; in tal caso le estremità delle tenaglie devono essere abbastanza lunghe ed appuntite in modo da penetrare nella lana e permettere un efficace contatto con la cute dell'animale, inoltre è bene che gli elettrodi siano bagnati con soluzione salina^{11,82} e che gli animali siano tosati per favorire la conduzione elettrica. Risulta importante garantire un pieno contatto tra elettrodi e cute per evitare la carbonizzazione degli elettrodi e/o della lana, con conseguente aumento della resistenza elettrica²⁷ che, invece, può essere ridotta mediante la pulizia sistematica e la manutenzione costante degli elettrodi.

COMMOZIONE CEREBRALE (PROIETTILE CAPTIVO NON PENETRANTE)

Indicata anche con il termine di percussione o metodo con proiettile captivo non penetrante, rientra anch'essa impropriamente fra le tecniche di stordimento non invasive. La percussione, fra tutti i metodi, è il più antico³⁰ ed è l'unico in grado di non arrecare danni macroscopici al cervello⁶², condizione utile nel caso in cui se ne preveda il consumo.

Il cranio dell'animale è colpito da una struttura a forma di fungo che resta ancorata allo storditore e produce il medesimo effetto di un colpo di martello con minore possibilità di errori e/o inconvenienti. La potenza del colpo è determinata da una cartuccia o da aria compressa azionata pneumaticamente⁶⁸ ed in grado di erogare una forza di pressione equivalente a 35 - 100 kg/cm² - ⁶³; il colpo può essere portato sia sull'osso frontale sia sull'occipitale²².

Lo stordimento con la tecnica della percussione deriva dall'impatto dell'encefalo con le pareti della scatola cranica e dalla depolarizzazione neuronale¹⁰; si vengono così ad imprimere delle forze responsabili di lesioni cerebrali⁴⁸.

Impatto sul benessere

L'impiego del proiettile captivo non penetrante e il colpo da percussione alla testa veniva consigliato in passato solo per animali d'età inferiore a sei mesi o per i conigli, perché ritenuto poco efficace per animali di mole maggiore⁵⁹. Le linee guida fornite dall'OIE⁷⁰ consigliano di non utilizzarlo su animali che presentano uno spessore elevato delle ossa craniche e nel caso siano disponibili altri metodi. In base agli studi condotti da Gracey³⁴ l'utilizzo di questo metodo dovrebbe essere scoraggiato. Il Reg. CE 1099/2009⁸⁰ sconsiglia il proiettile captivo non penetrante come metodo di routine e ne raccomanda l'utilizzo solo su ruminanti di peso vivo inferiore a 10 kg, avendo cura di non procurare fratture craniche. Uno studio sull'efficacia dello stordimento, riporta che con lo storditore non penetrante il 50% degli agnelli presenta frattura cranica e l'80% una contusione³¹, forse dovuti all'errata calibratura dello strumento.

BIOSSIDO DI CARBONIO

L'impiego del biossido di carbonio come metodo di stordimento è frequente in specie diverse dagli ovicaprini, particolarmente nei suini e nel pollame. Ai sensi del regolamento CE 1009/2009, questo metodo non è ancora autorizzato per gli ovicaprini, ma potrebbe diventarlo nei prossimi anni. Infatti, recenti studi ne hanno valutato l'effetto negli agnelli, concludendo che lo stordimento con biossido di carbonio debba essere considerato quale una valida alternativa allo stordimento meccanico ed elettrico, tenuto conto dei positivi risultati ottenuti in relazione sia alle risposte degli indicatori ormonali di stress, sia agli effetti sulla qualità delle carni^{86,65,13,14}. In particolare la concentrazione di biossido di carbonio al 90% per 60 secondi è risultata la più idonea per quel che riguarda il livello di stress a carico degli animali, come dimostrato da indicatori fisiologici quali leucociti e sodio, dando anche prova di essere parimenti efficace allo stordimento elettrico per quel che riguarda il grado di incoscienza raggiunto¹⁴.

VALUTAZIONE DELLO STORDIMENTO DAL PUNTO DI VISTA ISPETTIVO E PROBLEMI CORRELATI ALLO STORDIMENTO

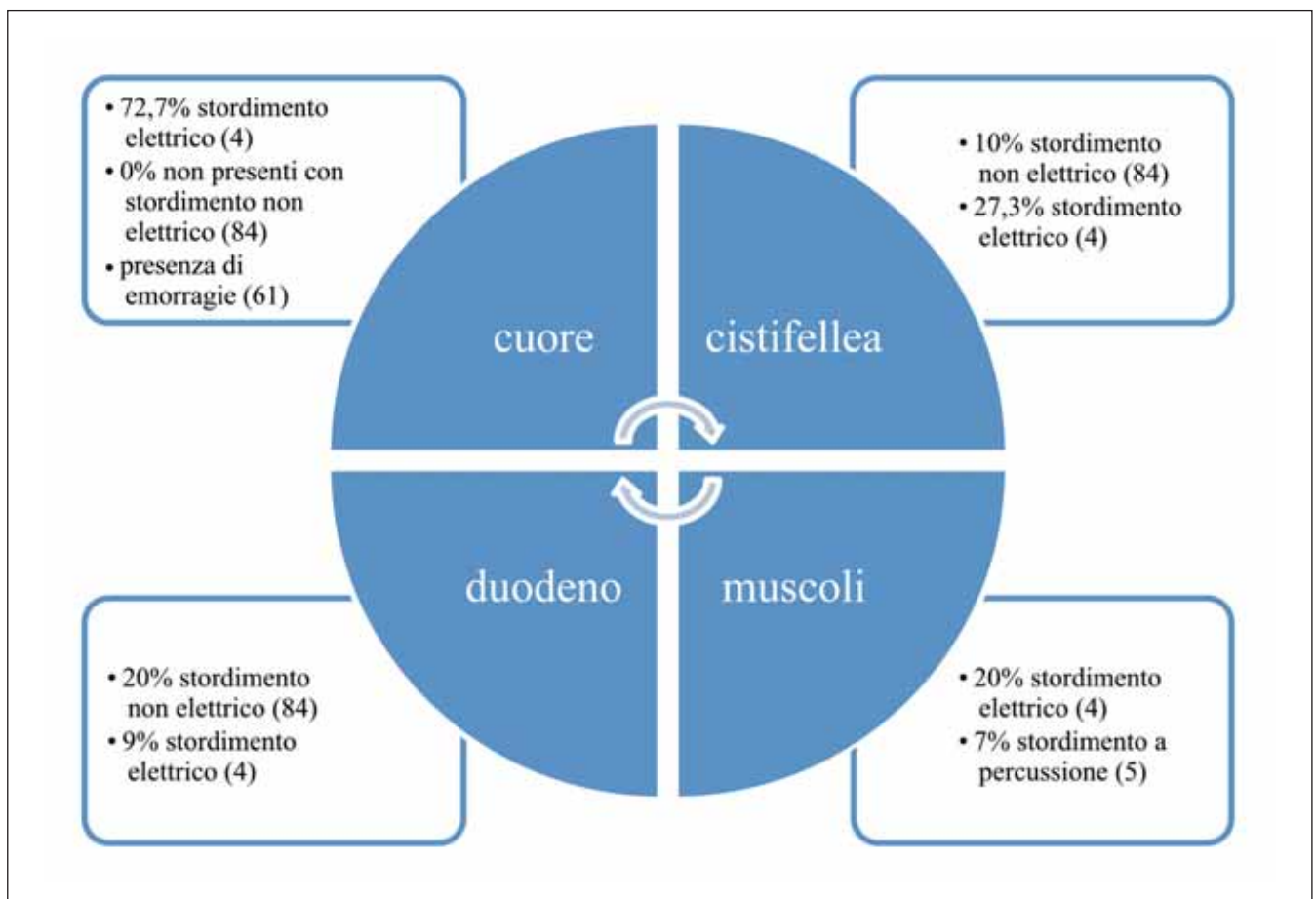
Emorragie, fratture ed alterazioni metaboliche sono le alterazioni patologiche più frequentemente derivanti dallo stordimento ed osservate sulle carcasse in fase ispettiva^{71,78,84}. Ta-

li effetti sono indotti da reazioni organiche che avvengono in specifici distretti: ghiandola surrenale, tessuto muscolare e muscolo cardiaco, reciprocamente influenzabili. L'immobilizzazione, lo stordimento ed il dissanguamento degli animali inducono il rilascio di Adrenalina (E) e Noradrenalina (NE) nel torrente circolatorio^{26,73}. La quantità di sangue residuo presente nei muscoli, non allontanata durante il dissanguamento e che influenza la successiva acidificazione della carcassa, è condizionata dallo stress subito dall'animale durante la fase di stordimento e di iugulazione⁹⁰. Lo spasmo muscolare determinato dall'elettronarcosi ed i movimenti spasmodici del corpo e delle zampe durante la macellazione determinano l'espulsione di una piccola percentuale di sangue dal muscolo, comunque inferiore alla quota ematica eliminata dalla vasocostrizione indotta dalla NE⁸⁴.

Come descritto precedentemente, lo stordimento elettrico può essere effettuato con il metodo "solo testa" o "testa-corpo". Con la tecnica "testa-corpo" si ha induzione immediata dell'insensibilità, i movimenti riflessi del corpo si riducono¹¹ e si nota uno stato epilettiforme efficace² con una fase tonica molto più intensa ed una conseguente significativa glicolisi muscolare⁷³. L'elettronarcosi "testa-corpo" con elettrodo posizionato sul torace può determinare insufficienza cardiaca o anche la morte istantanea per arresto cardiaco². In tal caso, la riduzione o la cessazione della funzione contrattile del miocardio, influirebbe negativamente sulla pressione arteriosa e di conseguenza sul deflusso ematico, inducendo una riduzione del 50% della velocità di dissanguamento, che potrebbe risultare insufficiente. Per evitare l'insorgenza dell'insuffi-

cienza cardiaca gli elettrodi dovrebbero essere applicati solo sulla regione temporale (metodo "solo testa"), evitando il flusso di corrente elettrica attraverso il corpo ed il cuore. La posizione verticale favorisce le contrazioni muscolari⁹¹ che, oltre ad influenzare positivamente la quota di sangue residuo, vanno ad attivare la fosforilasi e la glicogenolisi e, quindi, il processo di acidificazione. Se da un lato le contrazioni muscolari agevolano il dissanguamento e l'acidificazione, dall'altro causerebbero un danno vascolare con fenomeni di emorragie muscolari⁴³. Sull'origine delle emorragie muscolari sono state formulate diverse teorie; alcuni studi le associano all'azione vasodilatatrice indotta dalle catecolamine ed altri ancora ad una fragilità della parete vasale analogamente a quanto avviene in corso di un avvelenamento da anticoagulanti. A tal proposito Fulton & Berman³³ ed anche Littin⁶⁷ hanno osservato la presenza di macchie emorragiche a livello muscolare negli animali morti per avvelenamento da anticoagulanti. Restall⁷⁴ ha riportato che la presenza di numerose emorragie post-macellazione negli agnelli, osservate durante la visita ispettiva, può essere messa in relazione al ritardo del tempo di coagulazione. Questo può essere dovuto alla possibile ingestione di sostanze anticoagulanti presenti nel pascolo o alla carenza di vitamina K indotta dall'alimentazione esclusivamente latte⁴⁴.

Diversi studi hanno focalizzato l'attenzione sulla valutazione dell'impatto dei vari metodi di stordimento sulla qualità delle carni, con particolare riferimento alle emorragie (Tabola 1). In particolare Blackmore⁴ ha valutato le lesioni emorragiche con uno studio condotto su agnelli, pecore e vitelli. Nel



Tabola 1 - Percentuali di animali con emorragie rilevate a livello di diversi organi di ovicapri macellati con differenti metodi di stordimento (tra parentesi i relativi riferimenti bibliografici).

suo campione gli animali storditi con il metodo elettrico, presentavano lesioni emorragiche con una incidenza (20%) significativamente maggiore rispetto a quella osservata con lo stordimento mediante percussione, pari al 7%⁵. È stata riportata una maggiore presenza di lesioni emorragiche sulle carcasse degli agnelli storditi elettricamente anche rispetto a quelli storditi con il proiettile captivo⁷⁷. È stato osservato che, negli agnelli storditi con l'elettronarcosi, l'incidenza delle lesioni petecchiali era così distribuita: 72,7% con localizzazione cardiaca, 27,3% a livello di cistifellea e 9% a carico del duodeno⁴. In una ricerca condotta da Lambooy⁵⁷ sulle pecore, le emorragie petecchiali sono state osservate nei polmoni e nel cuore, ma non a carico dell'apparato muscolare. Velarde et al.⁸⁴ valutando le lesioni emorragiche in agnelli macellati senza stordimento elettrico, hanno notato l'assenza di lesioni petecchiali in sede cardiaca, la presenza delle stesse lesioni per il 10% nella cistifellea e per il 20% nel duodeno, arrivando a concludere che l'elettronarcosi degli agnelli effettuata con il metodo "solo testa" non aumenta l'incidenza delle emorragie e delle fratture delle carcasse. Le lesioni emorragiche osservate nel duodeno potrebbero dipendere anche dalla vasodilatazione indotta dalla noradrenalina.

Nel caso di stordimento elettrico la corrente deve essere erogata ininterrottamente ad un voltaggio costante, avendo cura di evitare picchi di amperaggio, in quanto si è visto che valori di 1A per le pecore riducono la formazione di petecchie emorragiche^{8,36}.

La gestione pianificata delle fasi di macellazione permette di limitare la presenza di lesioni superficiali semplicemente riducendo l'intervallo tra stordimento e iugulazione. La iugulazione effettuata 12 secondi dopo lo stordimento determina, attraverso il dissanguamento, la caduta della pressione sanguigna inibendo la possibilità di infiltrazioni ematiche attraverso le soluzioni di continuo dei vasi⁸⁴.

A differenza del metodo "testa-corpo", l'elettronarcosi effettuata con il metodo "solo testa" determina un aumento dell'attività muscolare e l'incremento della glicogenolisi con conseguente drastica riduzione del pH muscolare⁶⁹. Questo effetto è stato osservato anche negli animali macellati senza stordimento²⁶, con un'intensità della glicolisi muscolare post mortem simile a quella delle carni di agnelli elettronnarcotizzati con metodo "solo testa"^{73,84,85}.

A carico della cute, col metodo "testa-corpo" si osservano lesioni superficiali qualora l'elettrodo sia stato posizionato sul torace invece che sull'arto¹¹. Inoltre, se gli elettrodi e la pelle non sono bagnati o si stabilisce un contatto diretto tra elettrodo metallico e cute, si possono avere bruciature cutanee apprezzabili solo dopo la concia delle pelli. Per questa ragione si raccomanda l'utilizzo di elettrodi di spugna bagnati a sufficienza⁴². Infine, è da notare che le lesioni apprezzabili sul tessuto adiposo appaiono simili a quelle causate dagli operatori che, durante la fase clonica, usano contenere l'animale tenendolo per il vello.

Recentemente sono stati pubblicati alcuni lavori relativi all'effetto sulla qualità delle carni degli ovini dell'impiego dello stordimento con biossido di carbonio, metodo non ancora autorizzato in UE per questa specie; i risultati sono stati decisamente positivi, mostrando una riduzione degli effetti avversi quali convulsioni, fratture ed emorragie muscolari, tipicamente associati all'elettronarcosi⁶⁶. Vergara et al.⁸⁶ hanno riportato che le carni di agnelli storditi con biossido di carbonio sono più tenere ed hanno una minore perdita di li-

quidi in corso di frollatura rispetto a quelle di ovini elettronnarcotizzati. Infine, ulteriori ricerche hanno dimostrato che l'impiego di alte concentrazioni di biossido di carbonio (90% per 60 secondi), già individuate come le migliori per quel che riguarda gli effetti sul benessere animale^{13,14}, permettono anche di ottenere i migliori risultati sulle caratteristiche organolettiche delle carni, che risultano più tenere rispetto a quanto rilevato con l'utilizzo di concentrazioni minori (80% per 90 secondi)⁸⁷.

INTERVALLO TRA STORDIMENTO E IUGULAZIONE

La perdita di coscienza conseguente allo stordimento, come già anticipato, è di durata limitata. Superato questo intervallo di tempo l'animale può recuperare la sensibilità e la capacità di rialzarsi e pertanto in questo breve arco temporale devono essere recisi i grandi vasi sanguigni del collo, in modo da indurre rapidamente la morte per dissanguamento ed ipossia. Il Reg. 1099/2009⁸⁰, pur non fornendo indicazioni specifiche, richiede che la iugulazione venga effettuata "il più presto possibile" dopo lo stordimento⁸⁰, come suggerito anche nel Codice Zoosanitario OIE⁷⁰. Diversi studi hanno portato a pareri discordanti sui tempi da rispettare, fortemente condizionati dal metodo utilizzato per stordire l'animale. Questo intervallo, infatti, deve tenere conto sia dell'effetto dello stordimento (durata della perdita di coscienza), sia del tempo necessario alla perdita dell'attività cerebrale per il dissanguamento conseguente alla iugulazione²⁷. La maggior parte degli autori, nel caso del metodo meccanico e dell'elettronarcosi "solo testa", indicano come desiderabile un intervallo stordimento-iugulazione inferiore ai 20 secondi^{1,22}. Lambooy, per l'elettronarcosi "solo testa", indica un intervallo limite di 16 secondi⁵⁷, mentre altri autori pongono limiti anche più restrittivi, con un intervallo massimo di soli 7 secondi^{27,83}.

Una rapida iugulazione è consigliabile anche in relazione ai rischi per gli operatori, ad es. nell'elettronarcosi "solo testa" i muscoli permangono nella fase tonica (immobile) per 10 secondi⁸³ e quindi una iugulazione eseguita entro questo tempo consente che l'animale venga macellato prima che inizi a calciare.

Per assicurare che il tempo di dissanguamento non sia eccessivamente lungo, è fondamentale che la iugulazione avvenga in modo corretto. In particolare, è molto importante individuare l'esatta localizzazione del taglio. Il punto di reperi è individuato nella regione della gola, subito dietro l'angolo mandibolare. Anche l'utilizzo di un'attrezzatura adeguata, coltelli della lunghezza minima di 180 mm e in ottimo stato di conservazione, perfettamente affilati, determina la buona riuscita dell'operazione e un sufficiente dissanguamento. Lambooy e Spanjaard⁶⁰ e Schulze et al.⁷⁶, hanno osservato che tutte le reazioni organiche degli ovini terminano entro 4 - 6 secondi dalla iugulazione, se questa viene effettuata in modo corretto.

TRAINING DEL PERSONALE

La competenza professionale degli operatori rappresenta una criticità importante, la cui risoluzione permette di minimizzare lo stress delle varie fasi della macellazione, mantenendo

uno standard di attenzione elevato durante l'intero turno lavorativo. Fasi delicate come il raggruppamento degli animali, presuppongono una conoscenza delle caratteristiche morfo-funzionali ed etologiche dei soggetti con le quali gli operatori interagiscono. Un appropriato contenimento, oltre ad aumentare la sicurezza per l'operatore, rende più efficiente la procedura di stordimento che altrimenti risulterebbe inefficace e dolorosa²⁷. Per ovviare a questi inconvenienti, devono essere promosse attività di ricerca e sviluppo di nuovi dispositivi di contenimento²⁷, oggetto di interesse da parte di settori produttivi specializzati.

Lo stordimento necessita dell'utilizzo di strumentario con caratteristiche tecniche differenti ed implica un'adeguata conoscenza di tempi, siti di applicazione e procedure di manutenzione. Una pistola a proiettile captivo in insufficiente stato di manutenzione effettua uno sparo interrotto; allo stesso modo, nel caso dell'elettronarcosi, la corrente elettrica deve essere ininterrotta⁵⁴ ed erogata a voltaggio costante. Questo presuppone, da parte degli addetti, la conoscenza di specifici segnali visivi e acustici di mal funzionamento²¹. Il fattore umano può incidere pesantemente in positivo o in negativo sul buon andamento della filiera: ad esempio un aumento del carico di lavoro, rappresentato dal numero di animali da macellare, potrebbe rendere gli operatori meno attenti al rispetto delle regole da attuare per assicurare il benessere degli animali, inducendo una riduzione della durata d'applicazione dello storditore elettrico⁵⁷. È stato anche riportato che l'efficacia dello stordimento, piuttosto che essere condizionata dalla velocità di macellazione, sia prevalentemente dipendente dalla progettazione razionale delle strutture e dalla possibilità che il personale abbia ricevuto una adeguata formazione⁴¹.

Pertanto è opportuno che la formazione del personale si riferisca sempre all'impiego delle apparecchiature secondo le procedure operative standard utilizzate nell'impianto di macellazione.

CONCLUSIONI

Lo stordimento è un punto critico della macellazione in quanto la complessità delle operazioni mette alla prova l'equilibrio psicofisico di animali già sottoposti a stress nelle fasi di carico, trasporto, scarico e sosta pre-macellazione⁶⁹.

Rispetto alle modalità di gestione degli animali è necessario che venga assicurato un adeguato contenimento e che tale condizione non perduri troppo a lungo⁷⁰, al fine di ridurre gli stravasi ematici e migliorare la qualità delle carni⁵³. Nel caso si utilizzi uno storditore elettrico è necessario rispettare i corretti parametri di intensità, voltaggio e durata, agire secondo manualità adeguate, controllare l'adeguato funzionamento delle apparecchiature in accordo con le istruzioni del fabbricante e porre particolare riguardo alle misure degli strumenti rispetto alla taglia degli animali⁷⁰. Ancora, gli impianti di macellazione devono essere razionalmente progettati per evitare ritardi nel passaggio da una fase all'altra^{35,37,38,39,40,46}. Inoltre è necessario che gli operatori conoscano e sappiano valutare l'efficacia dello stordimento, al fine di rispettare il tempo intercorrente tra lo stordimento e la iugulazione⁸⁰, che non dovrebbe mai superare i 15-20 secondi per lo stordimento con proiettile captivo e i 7-8 secondi per l'elettronarcosi "solo testa"^{27,70}. Gli impianti di macellazione

devono essere sempre organizzati in maniera razionale, per quanto concerne sia le strutture che il personale, prevedendo piani di autocontrollo per l'individuazione e la gestione dei rischi di compromissione del benessere degli animali. Da uno studio condotto nel 2006⁴¹ è emerso che, in circa metà degli impianti di macellazione controllati, gli operatori non utilizzavano e non gestivano correttamente gli strumenti di nuova introduzione. Il regolamento CE 1099/2009⁸⁰ prevede che i responsabili della gestione del macello adottino procedure operative standard al fine di garantire che le operazioni di stordimento avvengano in maniera uniforme e controllata. La valorizzazione professionale degli operatori, pertanto, deve inevitabilmente passare attraverso adeguati percorsi formativi specificamente finalizzati al corretto stordimento degli animali, fase di importanza cruciale nel processo di macellazione.

■ Pre-slaughtering stunning effects on small ruminants welfare: a review

SUMMARY

Stunning is a stage of slaughtering which is crucial to minimize any direct consequence on animal welfare as well as on meat quality. It is necessary for those who work in this field to have an excellent knowledge of instruments and procedures, the latter should be always applied according to the law. This study provides an overview of different stunning techniques used in small ruminants slaughtering practices. The impact of each technique on animal welfare and meat quality is also described. Nowadays, electronarcosis and captive bolt gun are the most used stunning methods for small ruminants. Whatever the technique been used, correct practices, regular maintenance of instruments and the proportionately of tools to the size of the animal are always necessary. In particular, electric stunning parameters such as amperage, voltage and duration should be set according to the size and the age of the animal. Indeed, a rational organization of the slaughterhouse operations is important, mostly in order to avoid delays that could increase the stun-stick interval, which is a critical animal welfare parameter. Therefore, written procedures, good training of operators and systems of own-checks, including assessment and management of stunning-related risks, are undoubtedly essential in order to correctly perform the stunning procedure.

KEY WORDS

Stunning, animal welfare, meat quality, small ruminants.

Bibliografia

1. Anil, M.H. (1991). Studies on the return of physical reflexes in pigs following electrical stunning. *Meat Sci*, 30, 13-21.
2. Anil, M.H.; McKinstry J.L. (1991). Reflexes and loss of sensibility following head to back electrical stunning in sheep. *Vet Rec*, 128(5), 106-107.
3. Anon. (1978). Stunning and bleeding cattle, sheep and pigs. Bulletin No 4 Meat & Livestock Commission, Milton Keynes.
4. Blackmore D.K. (1979). Non - penetrative percussion stunning of sheep and calves. *Vet Rec* 105 (16), 372-375.
5. Blackmore D.K.; Newhook, J.C. (1976). Effects of different slaughter methods on bleeding sheep. *Vet Rec*, 99 (16), 312-316.
6. Blackmore D.K.; Newhook J.C.; Petersen G.V. (1979). Electrical stunning and human slaughter. *N Z Vet J*, 27(10), 224-224.
7. Blackmore, D.K.; Newhook, J.C. (1980). Electroencephalographic studies of the efficacy of electrical stunning of sheep & calves. *Proceeding*

- of 26th European meeting of Meat Research workers. Vol. I, 105/1980. Colorado Springs, USA.
8. Blackmore, D.K.; Petersen, G.V. (1981). Stunning and slaughter of sheep and calves in New Zealand. *N Z Vet J*, 29, 99-102.
 9. Blackmore, D.K.; Newhook, J.C. (1983). The assessment of insensibility in sheep, calves and pigs during slaughter. In: G. Eikelenboom (Editor). "Stunning Animals for Slaughter", Boston Marinus Nijhoff Publisher 13-25.
 10. Blackmore, D.K.; Delany M.W. (1987a). Determination of impaired brain function in animals at the abattoir. Proceedings of: Pre - slaughter stunning of food animals. Bruxelles, June 2-3, 17-32.
 11. Blackmore, D.K.; Delany M.W. (1987b). Head - to - body electrical stunning. Proceedings of: pre-slaughter stunning of food animals. Bruxelles, June 2-3, 19-28.
 12. Blackmore, D.K.; C.C. Daly; C.J. Cook. (1995). Electroencephalographic studies on the nape shooting of sheep. *N Z Vet J*, 43(4), 160-163.
 13. Bórnez R.; Linares M.B.; Vergara H. (2009). Effects of stunning with different carbon dioxide concentrations and exposure times on suckling lamb meat quality. *Meat Sci* 81, 493-498.
 14. Bórnez R.; Linares M.B.; Vergara H. (2010). Physiological responses of Manchega suckling lambs: Effect of stunning with different CO2 concentrations and exposure times. *Meat Sci* 85, 319-324.
 15. Breazile, J.E.; Kitchell, R.L.; Naitoh, Y. (1963). Proceeding of 15th Research Conferences, American Meat Institute Foundation. AMIF, Chicago.
 16. Comunità Economica Europea (1974). Direttiva 74/577/CEE del Consiglio, del 18 novembre 1974, relativa allo stordimento degli animali prima della macellazione. *Gazzetta Ufficiale L 316 del 26.11.1974*.
 17. Comunità Economica Europea (1988). 88/306/CEE. Decisione del Consiglio del 16 maggio 1988 relativa alla conclusione della convenzione europea per la protezione degli animali da macello. *Gazzetta Ufficiale L 137 del 2.6.1988*.
 18. Cortesi, M.L. (1996). Animali da reddito: indicatori di benessere e "linea guida" per la loro macellazione. *La Selezione Veterinaria* 3, 173-191.
 19. Croft, P.G.; Hume, C.W. (1956). Electric stunning of sheep. *Vet Rec*, 68, 318-321.
 20. Croft, P.S. (1952) Problems with electrical stunning. *Vet Rec* 64, 255-258.
 21. D'Ascenzi, C.; Dolfi, M.; Nuvoloni, R.; Pedonese, F.; Rindi, S. (2004). Electrical stunning in sheep and goats: results of a survey carried out in some Tuscan slaughtering plants. Atti del XVI Convegno Nazionale della "Società Italiana di Patologia e Allevamento degli ovini e dei caprini", Siena.
 22. Daly, C.C. (1987). Concussion stunning in red - meat species. Proceedings of: pre - slaughter stunning of food animals. Bruxelles, June 2-3, 94-100.
 23. Daly, C.C.; Whittington, P.E. (1986). Concussive methods of pre - slaughter stunning in sheep; effects of captive bolt stunning in the poll position of brain function. *Res Vet Sci*, 41, 353-355.
 24. Daly, C.C.; Gregory, N.G.; Wotton, S.B. (1987). Captive bolt stunning of cattle: effect on brain function and role of bolt velocity. *Br Vet J*, 143, 574.
 25. Daly, C.C.; Whittington, P.E. (1989). Investigation into the principal determinants of effective captive bolt stunning of sheep. *Res Vet Sci*, 46, 406-408.
 26. Devine, C.E.; Ellery, S.; Wade, L.; & Chrystall, B.B. (1984). Differential effects of electrical stunning on the early post - mortem glycolysis in sheep. *Meat Sci*, 11, 301-309.
 27. EFSA (European Food Safety Authority) (2004). Welfare aspects of animal stunning and killing methods, Authority Scientific Report of the Scientific Panel for Animal Health and Welfare on a request from the Commission related to welfare aspects of animal stunning and killing methods, AHAW/04 - 027. <http://www.efsa.europa.eu/it/scdocs/scdoc/45.htm> ultimo accesso 18/05/2011.
 28. European Commission (1996). Scientific Veterinary Committee Animal Welfare Section: Report on the slaughter and killing of animal. Directorate-General for Agriculture. VI/1719/97.
 29. European Commission (1997). Directorate-General for Agriculture: Proposal of decision of laying down details concerning the use of electrical current and gasses for the stunning of certain species of animal. VI/1704/97.
 30. Fahrbach, R. (1948). Die heute Üblichen Betäubungsverfahren bei Schlachtieren und ihre historische Entwicklung. Thesis Hannover.
 31. Finnie, J.W.; Blumbergs P.C.; Manavis J.; Summersides G.E.; R.A. Davies (2000). Evaluation of brain damage resulting from penetrating and non - penetrating captive bolt stunning using lambs. *Australian Veterinary Journal* 78: 11, 775-778; 15 ref.
 32. Finnie, J.W.; Manavis J.; Blumbergs P.C.; Summersides G.E. (2002). Brain damage in sheep from penetrating captive bolt stunning. *Aust Vet J*, 80 (1-2), 67-69.
 33. Fulton, G.P.; Berman, H.J. (1964). The defective vascular wall as a factor in bleeding. *Annals of the New York Academy of sciences* 115, 56-66.
 34. Gracey, J. F. (1981). "Humane slaughter". In "Thornton's Meat Hygiene", London, Ballière Tindall, 103-119.
 35. Grandin, T. (1980). Observations of cattle behavior applied to the design of cattle handling facilities. *Appl Anim Ethol*, 6, 19-31.
 36. Grandin, T. (1985). Cardiac arrest stunning of livestock and poultry In Fox M.W.; Mickley L.D. editors. *Advances in Animal Welfare Science*. Boston: Martinus Nijhoff Publisher 1-30.
 37. Grandin, T. (2000a). Effect of animal welfare audits of slaughter plants by a major fast food company on animal handling and stunning practice. *J Am Vet Med Assoc*, 216, 848-851.
 38. Grandin, T. (2000b). *Livestock handling and transport*. CAB international, Wallingford, Oxon, UK.
 39. Grandin, T. (2000c). Return to sensibility problems after penetrating captive bolt stunning of cattle in commercial slaughter plants. *J Am Vet Med Assoc*, 221, 1258-1261.
 40. Grandin, T. (2002). Cattle vocalizations are associated with handling and equipment problems at beef slaughter plants. *Appl Anim Behav Sci*, 71, 191-201.
 41. Grandin, T. (2006). Progress and challenges in animal handling and slaughter in the U.S. *Appl Anim Behav Sci*, 100, 129-139.
 42. Gregory, N.G. (1991). *Humane Slaughter. Outlook on Agriculture*. Vol 20 No 2.
 43. Gregory, N.G. (1998). *Animal Welfare and Meat Science*. CAB International, Wallingford, Oxon, U.K.
 44. Gregory, N.G. (2005) Recent concerns about stunning and slaughter. *Meat Sci* 70, 481-491.
 45. Gregory, N.G.; Wotton, S.B. (1983) Studies on the central nervous system: visually evoked cortical responses in sheep. *Res Vet Sci*, 34, 315-319.
 46. Gregory, N.G.; Shaw, F.D. (2000). Penetrating Captive Bolt Stunning and exsanguinations of Cattle in Abattoirs. *J Appl Anim Welf Sci*, 3(3), 215-230.
 47. Hoenderken, R. (1978). Electrical stunning of pigs. Ph.D. Thesis, University of Utrecht.
 48. Holbourn, A.H.S. (1945). The mechanism of brain injuries. *Br Med Bull*, 3, 147.
 49. Hume, (1963). Electrocutation can be either painless or very painful. U.F.A.W., London.
 50. Italia (1928). Regio Decreto 20 dicembre 1928, n. 3298, Approvazione del regolamento per la vigilanza sanitaria delle carni. *Gazzetta Ufficiale n. 36 del 12/02/1929*.
 51. Italia (1972). Decreto del Presidente della Repubblica 10 Agosto 1972, n. 967. Disciplina sanitaria della produzione e del commercio dei volatili, dei conigli allevati e della selvaggina. *Gazzetta Ufficiale n. 033 del 06/02/1973*.
 52. Italia (1998). Decreto Legislativo 1° settembre 1998 n° 333: attuazione della direttiva 93/119/CE relativa alla protezione degli animali durante la macellazione o l'abbattimento. *Gazzetta Ufficiale n. 226 del 28/09/1998*.
 53. Jemmi, T. (1984). PhD thesis. University of Bern, Switzerland.
 54. Kirton A.H.; Frazerhurst L.F. (1983). Effects of normal, light/normal or double stunning on the incidence and severity of blood splash in lambs. *Meat Sci*, 8, 1-6.
 55. Kirton, A.H.; Bishop, W.H.; Mullord, M.M. (1978). Relationship between time of stunning and time of throat cutting and their effect on blood pressure and blood splash in lambs. *Meat Sci*, 2, 199-206.
 56. Kühne, K.G.; Jenkins, W.L.; Kruger, J.M. (1979). Electrical stunning of karakul lambs. *J Afri Vet Ass*, 50, 15.
 57. Lambooy, E. (1982). Electrical stunning of sheep. *Meat Sci*, 6, 123-135.
 58. Lambooy, E. (1987). Electroanaesthesia in cattle, sheep and pigs. Proceedings of: pre - slaughter stunning of food animals. Bruxelles, June 2-3, 101-107.
 59. Lambooy, E.; Spanjaard, W. (1981). Effect of shooting position on the stunning of calves by captive bolt. *Vet Rec* 109, 359-361.
 60. Lambooy, E.; Spanjaard, W. (1982). Electrical stunning of veal calves. *Meat Sci* 6, 15-25.
 61. Lambooy, E.; Van Logtestijn J.G.; Sybesma, W. (1983). Some aspects of electrical and mechanical stunning in ruminants. *Fleischwirtschaft*, 63 (5), 901-903.
 62. Lambooy, E.; Spanjaard, W.; Eikelenboom, G. (1981). Concussion stunning of veal calves. *Fleischwirtschaft*, 61 (1), 98-100.
 63. Leach, T.M. (1985). Pre-slaughter stunning. In *Developments in Meat Science - 3*. Ed. R. Lawrie, Elsevier Applied Science Publisher, London and New York, 51-87.
 64. Leach, T.M.; Warrington R.; Wotton, S.B. (1980). Use of a conditioned stimulus to study whether the initiation of electrical pre-slaughter stunning is painful. Agricultural Research Council Meat Research Institute. Langford Bristol, Great Britain. *Meat Sci*, 4, 203-208.
 65. Linares, M. B.; Bórnez, R.; Vergara, H. (2007). Effect of different stunning systems on meat quality of light lamb. *Meat Sci* 76, 675-681.
 66. Linares, M. B.; Bórnez, R.; Vergara, H. (2008). Effect of stunning systems on meat quality of Manchego suckling lamb packed under modified atmospheres. *Meat Sci* 78, 279-287.
 67. Littin, K.E. (2004). The behaviour, pathophysiology and pathology of brushtail possum (*Trichosurus vulpecula*) poisoned with 1080 or brodifacoum, and the implication for possum welfare. PhD thesis, Massey University, New Zealand.
 68. Midas Buletin (1978). Stunning and bleeding cattle, sheep and pigs. A joint service of the Meat Research Institute and Meat and Livestock Commission. Ed. Langford, Bristol (U.K.).
 69. Monin, G. (1988). Stress d'abattage et qualités de la viande. *Rec Med Vet Ec Alfort*, 164 (10), 835-842.
 70. OIE (2009) *Terrestrial Animal Health Code. Slaughter of animals. Chapter 7.5*. http://www.oie.int/index.php?id=169&L=0&htmfile=chapitre_1_7.5.htm ultimo accesso 18/05/2011.
 71. Paleari, M.A.; Ferrè, G.; Verga, M. (1993). Metodi di stordimento pre - macellazione e welfare degli animali (bovini e ovini). *Obiettivi e Documenti Veterinari* 1, 15-20.

72. Pavlik, L.G. (1958). Features of conditioned reflex activity in sheep. In E. S. E. Hafez (Ed.). *The Behavior of Domestic Animals* (2nd Ed.). 1969. The Williams and Wilkins Company, Baltimore, Maryland. p. 338.

73. Petersen, G.V.; Blackmore, D.K. (1982). The effect of different slaughter methods on the post-mortem glycolysis of muscles in lambs. *N Z Vet J* 30, 195-198.

74. Restall, D.J. (1981). Blood splash in lambs - a preliminary study using the one-stage prothrombin time test. *Meat Sci* 5: 125-129.

75. Sassoon, (1955). A critical study of electrical stunning and the Jewish method of slaughter. *MLC*. Letchworth, Herts.

76. Schulze, W.; Schulze-Petzold, H.; Hazem, A. S.; Gross, R. (1978). Versuche zur Objektivierung von Schmerz und Bewußtsein bei der Konventionellen (Bolzenschubbetaubung) sowie religionsgesetzlichen (Schachtschnitt) Schlachtung von Schaf und Kalb. *Dtsch Tierarztl Wschr*, 85, 62.

77. Spencer, G.S. (1979). Effects of electrical and captive-bolt stunning on the incidence of blood-splash in lambs. *J Sci Food Agric*, 30, 1108.

78. Tantillo, M.T. (2001). La produzione igienica delle carni. *Edagricole*, Bologna.

79. Unione Europea (1993). Direttiva 93/119/CE del Consiglio, del 22 dicembre 1993, relativa alla protezione degli animali durante la macellazione o l'abbattimento. *Gazzetta Ufficiale L 340 del 31.12.1993*.

80. Unione Europea (2009). Regolamento (CE) N. 1099/2009 del Consiglio del 24 Settembre 2009 relativo alla protezione degli animali durante l'abbattimento. *Gazzetta Ufficiale L 303 del 18.11.2009*.

81. United Kingdom (1958) Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. *Prevention of Cruelty - Regulations*, H.M.S.O., London.

82. Velarde, A.; Ruiz de la Torre J.L.; Stub C.; Diestre A.; Manteca X. (2000). Factors affecting the effectiveness of head - only electrical stunning in sheep. *Vet Rec*, 147 (2), 40-43.

83. Velarde, A.; Ruiz de la Torre, J.L.; Rossellò, C.; Fàbrega, E.; Diestre, A.; Manteca, X. (2002). Assessment of return to consciousness after electrical stunning in lambs. *Anim Welf*, 11, 333-341.

84. Velarde, A.; Gispert, M.; Diestre, A.; Manteca, X. (2003). Effect of electrical stunning on meat and carcass quality in lambs. *Meat Sci* 63, 35-38.

85. Vergara, H.; Gallego, L. (2000). Effect of electrical stunning on meat quality of lamb. *Meat Sci*, 56, 345-349.

86. Vergara, H.; Linares, M. B.; Berruga, M.I.; Gallego, L. (2005). Meat quality in suckling lambs: Effect of pre-slaughter handling. *Meat Sci* 69, 473-478.

87. Vergara, H.; Bórnez, R.; Linares, M.B. (2009). CO2 stunning procedure on Manchego light lambs: Effect on meat quality. *Meat Sci* 83, 517-522.

88. Wageneder, F.M.; Schuy, St. (1967). Electro-therapeutic sleep and electro-anaesthesia. *Proc. First Int. Symp. Graz, Austria, 1966*. Excerpta Medica Foundation, Amsterdam.

89. Warrington, R. (1974) Electrical stunning: A review of the literature. *Vet Bull*, (44), 617-635.

90. Warris, P.D. (1984). Exsanguination of animals at slaughter and residual blood content of meat. *Vet Rec*, 115, 292-295.

91. Warris, P.D.; Leach, T.M. (1978). The influence of slaughter method on the residual blood content of meat. *J Sci Food Agric*, 29, 608-610.

OFFERTA EDITORIALE

Spese di spedizione comprese



PRONTUARIO TERAPEUTICO VETERINARIO SIVAR
Medicina degli animali da reddito

2ª ed. Edizioni Veterinarie, 2008

LISTINO € 40,00
SCONTATO € 25,00



ARGOMENTI DI BUIATRIA
Manuali scientifici pubblicati dalla SIVAR

Sommario

- Il taglio cesareo nella bovina, 2000
- Appunti di tecnica delle necroscopie, 2001
- La dislocazione dell'abomaso nel bovino, 2002
- Body Condition Score, 2003
- Chirurgia ombelicale del vitello, 2004
- Chirurgia addominale nel vitello, 2004
- IBR: controllo ed eradicazione - Costi e benefici della lotta alla malattia, 2005

Management dell'asciutta nel controllo delle infezioni mammarie, 2006
Fissazione esterna in buiatria, 2007
1ª ed. Edizioni Veterinarie, 2008

LISTINO € 30,00 **SCONTATO € 10,00**



CASA EDITRICE E SOCIETÀ DI DISTRIBUZIONE
Editoria Scientifica



VI PREGO DI INVIARMI AI PREZZI, COMPRESIVI DI IVA E SPESE DI SPEDIZIONE, IL SEGUENTE MATERIALE:

PRONTUARIO TERAPEUTICO VETERINARIO SIVAR (COPIE

ARGOMENTI DI BUIATRIA (COPIE

per posta per corriere celere

che pagherò: Contrassegno
 Carta di credito Carta Si Mastercard Visa

Numero della carta

Scadenza (mese e anno) CVC (codice di sicurezza)

Intestatario carta

FATTURA (Obbligatoria)

Intestazione

Domicilio Fiscale

C.A.P. Città

Codice fiscale

Partita I.V.A.

Data

CEDOLA D'ORDINE

Da spedire a **E.V. Soc. Cons. a r.l.** - Via Trecchi, 20 - 26100 Cremona
Fax 0372-457091 - Tel. 0372-403507/18 - E-mail: editoria@evsrl.it
www.evsrl.it/distribuzione

Condizioni valide solo per l'Italia

SPEDIRE A:

Nome

Cognome

Indirizzo

C.A.P. Città

Tel.

E-mail

Firma