

補遺8 実験動物の安楽死処置法

(本内容は令和2年9月現在の科学的知見によるものであり、今後変更される可能性がありますのでご留意ください。)

安楽死とは、迅速かつ苦痛を伴わない安楽な死を意味する。一方、一般的に国際的に容認されている方法を考慮したうえで、安楽死後の試料採取や検索に障害とならないよう実験目的に沿うような方法を選択しなければならない。又、重要なのは死の確認である。呼吸停止及び心停止を確実に確かめなければならない。安楽死の方法としては、一般的には化学的方法あるいは物理的方法によるが、頸椎脱臼や断頭などの方法は、選択する順位としては下位に置き、麻酔下で実施することが推奨される。なお、げっ歯類胎児・新生児については、次の補遺10を参照されたい。

(1) 化学的方法

*バルビツール系麻酔薬の過剰量投与

これまで、不安・興奮を伴うことなく、速やかに意識を消失させることから、マウスからイヌ・ブタ・鳥類まで各種の実験動物の安楽死処置に用いられた医薬品のペントバルビタールは現在製造・販売中止となっており使用できない。その代用としてラボナール（チオペンタールナトリウム）100～150mg/kg、イソゾール（チアミラールナトリウム）150～200mg/kgを静脈内又は腹腔内に投与する方法が報告されている。バルビツール系麻酔薬は高いアルカリ性（pH10前後）等の理由から静脈投与以外の投与経路は条件付きの容認となる。

バルビツール系麻酔薬による安楽死に関する文献

- ・花井幸次、岡村匡史、黒澤努：実験動物の安楽死の課題－安楽死処置に用いるバルビツール酸誘導体の国内における規制と倫理的問題－. LABI021, 81, P17 - 21, 2020.
(<http://www.nichidokyo.or.jp/pdf/labio21/barubi.pdf>)
- ・赤木佐千子、平山晴子、樋木勝巳：実験動物の安楽死の課題－安楽死処置におけるセコバルビタールの有用性－. LABI021, 81, P22 - 26, 2020.
(<http://www.nichidokyo.or.jp/pdf/labio21/secobaru.pdf>)
- ・Veterinary Anaesthesia and Analgesia The Fifth Edition of Lumb and Jones (WILEY Blackwell)

もし、種々の理由からペントバルビタールを使用しなければならない場合には、安楽死処置の目的に限定して試薬からの調整が可能かもしれない。但し、煩雑な調整や保存など厳格な管理が求められる。

ペントバルビタールの試薬からの調整等に関する文献

• UCDAVIS office of research : Use of Non-Pharmaceutical Grade Sodium Pentobarbital for Anesthesia of Laboratory Animals.

(<https://research.ucdavis.edu/policiescompliance/animal-care-use/iacuc/use-of-non-pharmaceutical-grade-sodium-pentobarbital-for-anesthesia-of-laboratory-animals/>)

• University of MARYLAND School of Medicine : IACUC Guidelines on the use of Non-pharmaceutical Grade Sodium Pentobarbital in Animal Use Protocols.

(<https://www.medschool.umaryland.edu/media/SOM/Offices-of-the-Dean/OAWA/docs/non-usp-grade-pentobarbital-policy.pdf>)

• ROSALIND FRANKLI University : GUIDELINES FOR THE PREPARATION AND USE OF NON-PHARMACEUTICAL GRADE PENTOBARBITAL IN LABORATORY ANIMALS.

(<https://rfums-bigtree.s3.amazonaws.com/files/resources/non-pharmaceutical-grade-pentobarbital-use19.pdf>)

*二酸化炭素

二酸化炭素には麻酔作用があり、まず意識消失が起こり、ついで無意識下で酸素欠乏により死亡する。この時、チャンバー中の二酸化炭素濃度をどのような状態にすべきかについては、動物福祉の観点から多くの議論があり、完全な結論は得られていない。つまり、最初から高濃度（50～100%）にしておくと、動物を曝した時に、動物は意識が消失する前の少なくとも10から5秒間、苦痛を感じている可能性がある。一方、濃度を徐々に上げていくと意識喪失前に空気の濃度が減っていくにつれて呼吸困難をまねく。このため、二酸化炭素と一緒に酸素を加えるなどの対策を考えられるが、この事により意識喪失までの時間が長引くなどの問題が起こり、十分な解決策は得られていない。

ここでは、暫定方法として安楽死処置専用容器内に動物を入れ、「ケージ（容器）の容積に対して毎分30-70%になるように二酸化炭素を注入する」方法を提案する。動物は安楽死処置専用容器にケージごとまたは直接収容し、圧縮ボンベ（100%二酸化炭素）から注入を開始し呼吸停止後少なくとも1分間は継続する。なお、十分な時間が経過した後、呼吸や心拍の確認により、動物の死亡を確認しなければならない。また、室内の換気と装置の取扱いには注意が必要である。

*吸入麻酔薬

イソフルラン、セボフルラン等の吸入麻酔薬も過量投与により安楽死処置を行なう事ができる。ただし、死の確定が難しい場合には、他の方法と併用して確実に死に至らせることが望ましい。

また、ウサギにおいては、吸入麻酔薬の臭いが忌避行動や呼吸の停止（息を止める）等、好ましくない反応を引き起こすことが指摘されており、止むを得ず使用する場合は、鎮静薬の前投与を考慮する必要がある。ウサギの安楽死法としてはバルビツール系麻酔薬の静脈内への過剰量投与が一般的である。

*硫酸マグネシウム (MgSO₄) 又は塩化カリウム (KCl)

高用量投与により完全な神経遮断と低酸素血漿により死亡する。これらの薬物は鎮痛・麻酔作用がないため、動物をあらかじめ全身麻酔を行う必要がある。

(2) 物理的方法

頸椎脱臼と断頭の方法があるが、これらの方法は熟練した実験者が行えばマウスやラット等の小型実験動物の安楽死法として有効である。万一失敗した時は、実験動物にとって耐えがたい苦痛となるので、細心の注意が必要である。さらに可能な限り前もって鎮痛薬や麻酔薬を投与する。

*頸椎脱臼：マウスを平らな台上に置き、一方の手の親指と人差し指で頭の後ろ（頸背部）を下方に押しつけ、他方の手で尾のつけ根の近くを持って身体を伸ばし固定する。次いで、頭を固定している手を前方へ押し、尾を持っている手を後ろ上方に一気に強く引く。正しく頸椎が脱臼されれば、瞬間でマウスの身体の力が抜けてしまう。一時的に体動が残るが間もなく止まる。瞬時に意識消失、死亡するため動物の苦痛は少ない。実験に支障がなければ事前に軽麻酔を行っておくのもよい。ラット（200g以下）の場合も同様の方法で行うことが出来るが、かなりの熟練と力がいる。

*断頭：マウスの場合はよく切れる鋭利なハサミを用いる。ラットの場合は専用の断頭器が市販されているので利用する。この場合も実験に差し支えなければ事前に軽麻酔を施すことが望ましい。

(3) 容認されない方法

KClや神経筋遮断薬を単独で安楽死処置に用いることは容認されない。同様に、意識喪失前に神経筋遮断薬の作用が発現するようなバルビツール系麻酔薬との併用も容認されない。ジエチルエーテル、クロロホルム、シアン化合物、抱水クロラール、ストリキニーネ等の使用も不適切である。また、頭蓋打撲(多くの場合)や空気塞栓、無麻酔での放血も容認されない。

文献：安楽死処分法の国際的なガイドとして次の文献が有用である。

AVMA Guidelines for the Euthanasia of Animals: 2020 Edition

(米国獣医学会動物の安楽死処置に関する指針：2020年版)

これには実験動物はもとより、ウシ等の家畜、愛玩動物、野生動物、両生類や水生動物等、多くの動物種に関する安楽死処置法が記載されている。

(平成8年3月初版、平成23年4月第二版、令和4年4月第三版)