

東邦大学学術リポジトリ

Toho University Academic Repository

タイトル	Morphological analysis of neck muscle nerves and neurons in cats
別タイトル	ネコにおける頸部固有背筋神経とニューロンの形態学的解析
作成者（著者）	佐々木, 一正
公開者	東邦大学
発行日	2024.03.21
掲載情報	東邦大学大学院医学研究科 博士論文 内容の要旨及び審査結果の要旨.
資料種別	学位論文
内容記述	主査：船戸弘正 / タイトル：Morphological analysis of neck muscle nerves and neurons in cats / 著者：Kazumasa Sasaki, Sei Ichi Sasaki, Fumi Sato / 掲載誌：Tissue and Cell / 巻号・発行年等：82: 102077, 2023
著者版フラグ	none
報告番号	32661甲第1105号
学位記番号	甲第766号
学位授与年月日	2024.03.21
学位授与機関	東邦大学
メタデータのURL	https://mylibrary.toho u.ac.jp/webopac/TD25006832

博士學位論文

論文内容の要旨

および

論文審査の結果の要旨

東邦大学

佐々木一正より学位申請のため提出した論文の要旨

学位番号甲第766号

学位申請者 : 佐々木 一 正

学位論文 : Morphological analysis of neck muscle nerves and neurons in cats

(ネコにおける頸部固有背筋神経とニューロンの形態学的解析)

著者 : Kazumasa Sasaki, Sei-Ichi Sasaki, Fumi Sato

公表誌 : Tissue and Cell 82: 102077, 2023

DOI: 10.1016/j.tice.2023.102077

論文内容の要旨 :

背景・目的 : 運動ニューロンについて下肢筋の錘外筋を支配する α 運動ニューロンの運動神経線維は太く、細胞体は大型で、筋紡錘の錘内筋を支配する γ 運動ニューロンの運動神経線維は細く、細胞体は小型であり形態学的に区別できることが報告されている。しかしながら頸部筋を支配する α 運動ニューロンと γ 運動ニューロンの運動神経線維の太さは差がなく、 α 運動ニューロンと γ 運動ニューロンの細胞体の大きさも差が見いだせないことが報告されている。本研究では、ネコの頸部筋運動神経と運動ニューロンの形態的特徴をより詳細な手法で再検証し、 α 運動ニューロンの運動神経線維と γ 運動ニューロンの運動神経線維、並びに細胞体の大きさの差を見出すことを目的として研究を行った。

対象・方法 : 実験は茨城県立医療大学動物実験委員会の承認を得て行った。実験は体重2.3 kg-3.0 kgの成ネコ10頭を用いた。板状筋、頸二腹筋、錯綜筋について運動神経線維の解析に2頭用いた。6頭の動物を用いて板状筋、頸二腹筋、錯綜筋の運動ニューロンをHorseradish peroxidase (HRP)にて逆行性標識した。頸部筋運動神経線維の数と太さを調べるために、動物を塩酸ケタミンの筋注で麻酔導入し、セボフルラン、笑気、酸素混合気で麻酔維持し、無菌下で頸部脊髄の3髄節(C2~C4)の片側神経節切除術を行い感覚求心性線維を除去し、3~4週間後に支配神経を取り出した。エボン包埋処理、薄切切片を作成しトルイジンブルー染色し標本作製した。髄鞘を光学顕微鏡で撮影後、拡大しNIH ImageJにて髄鞘の外周長を測定し、測定値を真円の円周に変換後、直径を算出して真円の直径の測定値を運動神経線維の太さとした。頸部筋運動ニューロンの細胞体の大きさを

計測するために該当の神経を筋より剥離し筋への侵入付近で切断し HRP による逆行性標識を行った。細胞体の特徴を良く表すと思われる水平断での切片を作成した。各運動ニューロンの細胞体の短径と長径の平均値を計算し細胞体の大きさとした。さらに細胞体の断面積を NIH ImageJ で計測した。

結果：板状筋、頸二腹筋、錯綜筋運動神経線維の太さの分布ヒストグラムの結果より運動神経線維の太さの分布は細い神経線維の群と太い神経線維の群の二峰性を示した。細い神経線維と太い神経線維は板状筋支配神経について平均値は、6.6 μm と 19.1 μm 、頸二腹筋支配神経では 5.4 μm と 16.2 μm 、錯綜筋支配神経では 5.2 μm と 17.1 μm であった。HRP で染色された運動ニューロンは吻尾方向に楕円状の細胞体が多く水平断切片における形態的特徴が良く表されていた。板状筋運動ニューロンは細胞体の大きさと断面積の分布ヒストグラムは二峰性を示さなかった。頸二腹筋の運動ニューロンは細胞体の大きさと断面積の分布ヒストグラムは 1 例では 28 μm と 650 μm^2 、1 例では 28 μm と 550 μm^2 を境として二峰性を示した。錯綜筋の運動ニューロンは細胞体の大きさと断面積の分布ヒストグラムは 1 例では 26 μm と 550 μm^2 、1 例では 28 μm と 600 μm^2 を境としては二峰性を示した。頸二腹筋運動ニューロンと錯綜筋運動ニューロンでは小型の運動ニューロン群の細胞は大型の運動ニューロン群の細胞に比べて一次樹状突起の数が少なかった。

考察：本研究では頸部筋支配運動神経の髄鞘の周囲長から真円の直径を算出し、より正確に軸索の直径の分布を調べた結果、板状筋、頸部二腹筋、錯綜筋の運動線維の直径分布のヒストグラムでは、二峰性の分布になることが新たに分かった。運動神経線維の細い神経線維群は γ 運動神経線維、太い運動神経線維群は α 運動神経線維であると考えられる。HRP で染色された頸二腹筋と錯綜筋運動ニューロンの大きさの分布ヒストグラムにおいて小型の運動ニューロン群は γ 運動ニューロンを、大型の運動ニューロン群は α 運動ニューロンであると考えられる。これまで頸部筋については γ 運動ニューロンと α 運動ニューロンの形態学的な区別がなく四肢筋や肋間筋と異なる制御が考えられてきたが本研究により頸部筋についても四肢筋や肋間筋と同様に γ 運動ニューロンと α 運動ニューロンによる運動制御がされていると考えられる。

結論：本研究は頸部の筋である板状筋、頸二腹筋、錯綜筋に支配神経を解析し運動神経線維の太さの分布ヒストグラムが二峰性になることを新たに見出した。細い神経線維は γ 運動神経線維を、太い運動神経線維は α 運動神経線維をあらわすものと考えられる。HRP で標識した運動ニューロンの大きさの分布ヒストグラムは頸二腹筋と錯綜筋の運動ニューロンはそれぞれが二峰性の分布を示し、 γ 運動ニューロンと α 運動ニューロンと考えられる運動ニューロン群の区別ができた。

1. 学位審査の要旨および担当者

学位番号甲第 766 号	氏 名	佐々木 一 正
学位審査担当者	主 査	船 戸 弘 正
	副 査	高 橋 寛
	副 査	狩 野 修
	副 査	中 野 裕 康
	副 査	三 上 哲 夫

学位論文の審査結果の要旨 :

本研究では、ネコの頸部筋を支配する運動ニューロンの形態的特徴をより詳細に再検証し、先行研究では分布の偏りがな
いとされていた、頸部筋を支配する運動ニューロンの細胞体のサイズや、神経線維径が二峰性を示すことを示した。

先行研究では、下肢筋の α 運動ニューロンと γ 運動ニューロンは形態学的に区別でき、 α 運動ニューロンの細胞体は大き
く、神経線維が太いのに対して、 γ 運動ニューロンは細胞体は小さく、神経線維が細いと報告されている。しかし、頸部筋
では α 運動ニューロンと γ 運動ニューロンの細胞体のサイズや神経線維の太さに差がないと報告されてきた。

申請者は、ネコの板状筋、頸二腹筋、錯綜筋を支配する運動ニューロンおよび神経線維を解析するため、運動ニューロン
をHRPにて逆行性標識した。頸部脊髓の3髄節(C2~C4)の片側神経節切除術を行い感覚求心性線維を除去した。3-4週間後に
運動ニューロンのサイズ、神経線維径、樹状突起数を検討した。その結果、板状筋、頸二腹筋、錯綜筋の運動神経線維の太
さの分布が二峰性を示すことが明らかになった。頸二腹筋および錯綜筋を支配する運動ニューロンの細胞体サイズは二峰性
を示した。さらに、小型の運動ニューロンの一次樹状突起の数は、大型の運動ニューロンの一次樹状突起の数よりも少な
かった。以上の研究により、申請者はネコの頸部筋の支配神経を解析し運動神経線維の太さの分布が二峰性になることを新た
に見出した。細い神経線維は γ 運動神経線維に、太い運動神経線維は α 運動神経線維に対応すると推測している。

学位審査会では、論文内容のプレゼンテーションに引き続き、審査委員による質疑応答が行われた。ネコを用いた理由、
研究の学術的意義、先行研究と異なる結果が得られた理由、今後の研究の展望、研究結果の意義、動物実験に関する倫理的
配慮と規制について等、多岐にわたる質問がなされたが、申請者は質問に対して的確に回答をした。

以上より、本論文は詳細な形態学的検討により、ネコの頸部筋を支配する運動ニューロンの特徴に関する新知見を明らか
にした貴重な研究であり、学位論文には相応しい論文であると結論した。