

| | |
|---------|---|
| 氏名(本籍) | 鴻崎 香里奈(千葉県) |
| 学位の種類 | 博士(体育科学) |
| 学位記番号 | 甲第73号 |
| 学位授与年月日 | 平成30年3月10日 |
| 学位授与の要件 | 日本体育大学学位規程第5条の学位は、大学院学則第29条の規定により、大学院研究科博士後期課程(博士課程)を修了した者に授与する。 |
| 学位論文題目 | Strenuous eccentric contractions induce the peripheral nervous injury |
| 審査員 | 主査 教授 中里 浩一 副査 教授 平沼 憲治 副査 教授 西山 哲成 |

論文審査結果の要旨

本博士論文は序論として骨格筋の生物学的基礎、収縮様式、特に伸張性収縮(ECs)による骨格筋損傷などを述べた後、ラットにおいてECsが神経損傷を誘発する可能性に触れている。その後、本論文では人および動物の両方において、ECsが神経損傷を誘発するかどうかの検証と、人における代表的な骨格筋損傷であるハムストリングス肉離れ損傷においてその支配神経である坐骨神経において機能低下が観察されるかの検証の両方を行うことで、骨格筋損傷が神経損傷を併発する可能性を追求することを大きな目的と述べた。

第二章では過度な伸張性収縮を上腕二頭筋に課すことで支配神経である筋皮神経の機能低下が誘発されるかを検証した。対象者は運動習慣のない成人女性15名とし、非利き手側の上腕二頭筋にECsを実施した。ECsは90°/秒の関節角速度にて1セットあたり6回のECsを10セットとした。ECs後における筋機能に関して、最大等尺性発揮筋力(MVC)、肘関節可動域(ROM)、遅発性筋痛(DOMS)を評価し、結果的にMVCとROMがECs実施直後に顕著に低下し、DOMSは2日後で最も増悪した($p<0.05$)。神経機能として上腕二頭筋の支配神経である筋皮神経の潜時を測定した。潜時は電気刺激後筋において複合活動電位が発生するまでの時間である。潜時はECs 1-2日後においてECs実施前より12-24%まで有意に遅延した($p<0.05$)。本実験結果より、ヒト対象の実験においてもECsによって神経機能低下が誘発されることが示された。

第三章ではラット腓腹筋を対象としてECsを繰り返して課すことにより重篤な筋損傷を誘発し、その時に坐骨神経損傷が併発されるかを検討した。雄性Wistar系ラット(9週齢)の内側腓腹筋に電気刺激を施し収縮を誘発させながら、足関節を背屈させることでECsを課した。群分けは関節角速度の速い180°/s群(FAST)、遅い30°/s群(SLOW)、未処置群(CNT)とし、1日おきに1-4セット(1日あたり5回×4セット)を実施した。神経機能として坐骨神経伝導速度(NCV)を評価した。電子顕微鏡を用いた神経の形態評価も合わせて行った。結果的にFAST群ではECs実施回数の増加に伴い段階的なNCVの低下が誘発された(2セット:78%、3セット:78%、4セット:42%、 $p<0.05$)。特に4セット群では、足関節発揮トルク

がCNTより36%低下し、腓腹筋の有意な萎縮が観察された。電子顕微鏡下での坐骨神経線維観察像においては、明らかに変性した神経線維の存在が確認されるとともに、ミエリン鞘の狭小化と線維径の有意な減少が確認できた ($p<0.05$)。本実験結果から、高角速度の伸張性収縮を繰り返し行くと、重篤な神経損傷が誘発されることが示された。

第四章ではハムストリングス肉離れ既往者における坐骨神経機能評価を行った。肉離れ損傷はスポーツ現場において頻発する損傷であり、発揮筋力の低下や筋痛、重篤な例では損傷部の線維化や筋萎縮を特徴とする。再受傷が好発することも指摘されているがその原因は不明である。肉離れはトップスピードでの疾走や切り返しなど、繰り返しのECsを主な損傷機転とするため、支配神経異常の関与が考えられる。本章では、肉離れが好発するハムストリングスの損傷既往者の坐骨神経NCVを評価した。27名の肉離れ既往者 (INJ群) と16名の非損傷者 (CNT群) を対象とした。その結果、INJ群ではCNT群よりNCVが有意に14%低下していた ($p<0.05$)。さらにINJ群の27名全症例において、損傷側のNCVは非損傷側より低値を示した (左右差: $p<0.05$)。したがって、肉離れ損傷においても神経機能の低下が確認された。

第五章として本論文における結果の総括がなされるとともに今後の展望が議論された。本論文では伸張性収縮を行うことで支配神経の構造および機能の破たんが起きる可能性が示唆された。特に肉離れ損傷においても神経損傷が併発していることから、肉離れ損傷の病態と神経損傷の関連性が強く示唆された。今後の展望として、伸張性収縮が神経損傷を誘発するメカニズムの解明が期待される。神経損傷を誘発するメカニズムとして神経筋接合部の破たんや筋内での軸索部分の絞扼が受傷起点の可能性として挙げられるが今後の検討課題と位置付けられた。

公開審査会および学位審査会において自分自身の論文内容を適切にプレゼンテーションされ、本博士論文の新規性・重要性が確認された。プレゼンテーション後の質問の主な内容はECs実施と神経損傷発生の時間的遅延、DOMSや筋力との関連性、肉離れ損傷と伸張性収縮の関連性、肉離れ損傷回復後における神経機能低下の残存などであった。それらのどの質問に対しても適切に回答がなされ、博士の学位にふさわしい学力・能力を有していることが確認された。また、本学位論文の内容が全て国際専門誌に発表されていることから、その語学力が確認されるとともに内容の重要性・新規性が担保された形となった。

以上から本博士論文の学問的重要性・新規性が確認され、かつ本人の学力が十分であることも合わせて確認されたことから、鴻崎香里奈氏の学位論文は博士 (体育科学) の学位授与にふさわしいと結論された。

最終試験結果の概要

本論文ではまず、動物および人において実験的に骨格筋に対して収縮をしながら筋長が引き延ばされる伸張性収縮を課すことで、骨格筋のみならずその支配神経に損傷が及ぶことを示した。次に骨格筋損傷の代表であるハムストリングス肉離れ損傷既往者において、その支配神経である坐骨神経の機能低下が併発していることを示した。これらから総括して、骨格筋損傷において神経損傷あるいは機能低下が

併発するとの結論を導いた。得られた結論の新規性および重要性は審査員によって確認され、一定の評価を受けた。なおこれらの内容は全て英文による国際学会誌に報告されたものでありすでに専門領域において一定の評価を受けており、本博士論文の新規性および重要性を担保するものである。

論文審査会において論文全体に関わる理論的背景や関連知識に関する確認の質問に加えて、人試験においてなぜ上腕二頭筋を使用したのか、人および動物の両方において神経の機能低下発生がなぜ伸張性収縮を行った数日後に発生するのか、肉離れ損傷者において肉離れ損傷発生から2年以上を経過してなお神経伝導速度が低下しているのか、などの点に関して質問がなされた。本人は全ての質問に対して適切に答えていた。このことにより本人の基礎学力が確認されるとともに、研究者として必要不可欠な思考力も十分に備わっていることも確認された。

以上のとおり、本申請学位論文は学位授与に足る十分な内容を含んだものであることが審査会によって確認された。合わせて申請者本人の基礎的学力および考察力についても学位授与に十分であることが確認された。したがって、本審査会では鴻崎香里奈氏の学位論文は博士（体育科学）の授与にふさわしいと結論した。