

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 23 日現在

機関番号：32301

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2014～2015

課題番号：26882035

研究課題名(和文) 発育期からの足関節捻挫の再受傷予防を目指した神経系評価指標の確立

研究課題名(英文) Development of the neurophysiological assessment index to prevent recurrent ankle sprains in young athletes

研究代表者

二橋 元紀 (Futatsubashi, Genki)

上武大学・ビジネス情報学部・講師

研究者番号：20738017

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、発育期段階から繰り返される足関節捻挫再受傷を予防するために、足関節捻挫の"受傷頻度"に依存して時系列的にどのような神経系の回復過程を示すかを明らかにすることである。併せて、再受傷リスク要因を発育期コホート研究の中で明らかにすることである。本研究により、初回足関節捻挫後の皮膚反射利得が足関節の機能的回復に関連していることが明らかになった。第二に、足関節捻挫後の回復過程における皮膚反射利得の変化は足関節捻挫既往歴(受傷頻度)に強く影響を受けることが明らかになった。以上より、足関節捻挫反復に伴い中枢神経系の変化が引き起こされ、慢性的足関節不安定性へと発達してくる危険性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：This research project was conducted with the aim of revealing the time course of the changes the suppressive middle latency cutaneous reflexes (MLRs) in the peroneus longus (PL) after an ankle sprain in relation to the number of sprain recurrences for preventing the recurrent ankle sprain in young athletes. Furthermore, we also investigated the risk factors of the recurrent ankle sprain in the cohort study. First, we found that the gain of the PL MLR, occurring after the first ankle sprain, was related to the functional recovery of the ankle joint. Second, the modulation patterns of MLR gain were strongly affected by the history of individual ankle sprains, i.e., the number of previous ankle sprains. Thus, the present study first shows the manner of time-varying changes in the reflex excitability after an ankle sprain, and how these changes are critical in the development of functional ankle instability or CAI.

研究分野：応用健康科学

キーワード：足関節捻挫 皮膚反射 神経生理学的指標 受傷頻度 発育期

1. 研究開始当初の背景

日本の学校管理下だけでも足関節捻挫の年間総数は 13 万件以上を超え、中学生、高校生は他の外傷・障害に比較して一番高い発症率であり、その予防は重要な課題である。

足関節捻挫がどうして繰り返されるのか？その一つの観点として、申請者は発育期コホート研究において、“受傷頻度”と再受傷リスクの関係性を明らかにし、若年期からの予防対策と再受傷の機序解明の重要性を提言した (Futatsubashi et al. 2014)。

一方で、足関節捻挫の予防・リハビリテーションに関する先行研究は多岐にわたるが、神経生理学的視点を加えることで、研究がさらに発展すると考え、申請者は新たな視点から運動制御と関連がある皮膚反射を用いて足関節捻挫の機序について取り組んできた。その中で足関節捻挫後の慢性的足関節不安定性に関して、足関節内反捻挫を予防する長腓骨筋の皮膚反射応答がより抑制性に変化しており、適切な運動修正をできないことを明らかにした (Futatsubashi et al. 2013)。

上述した研究成果より、足関節捻挫受傷頻度に応じて、その後の再受傷のリスクが高まることから、中枢神経系を介した足関節の運動制御機構が足関節捻挫の“受傷頻度”に応じて変化してくる可能性がある。また、その回復過程にも違いが見られる可能性があり、リハビリテーションにとっても重要な評価指標となりうると考えられる。

2. 研究の目的

上述した背景を踏まえ、本研究では発育期段階から繰り返される足関節捻挫再受傷を予防するための神経生理学的な評価指標の確立を目指す。

足関節捻挫の予防を考える上で、足関節運動の指令を掌る中枢神経系の変化の解明が重要となる。そのため、中枢神経系を介する皮膚反射機構を用い、具体的に以下 2 点、1) 初めての足関節捻挫は時系列的にどのような神経系の回復過程を示すか、2) 慢性化へとつながる複数回目の足関節捻挫では神経系の回復過程が違ってくのかを解明し、足関節捻挫再受傷の要因として“受傷頻度”に伴う神経機構の違いを明らかにすることを目的とする。

併せて、発育期年代へ応用するため、3) 再受傷リスク要因との関連性を発育期コホート研究により検証していく。

3. 研究の方法

中枢神経系を介した神経機構を見る手法として皮膚反射を用いた。皮膚反射は、随意運動中に下肢皮膚感覚神経 (腓腹神経) に電気刺激し、疑似的な外乱を加えることにより、脊髄、上位中枢を介して活動筋に誘発される反射である。

被験者は急性期足関節捻挫受傷後の成人 23 名とし、足関節捻挫受傷頻度により、初回足関節捻挫群 (9 名)、2-3 回目足関節捻挫群 (7 名) および 4 回目以上足関節捻挫群 (7 名) に分類した。比較対象としてコントロール群 23 名を設定した。長腓骨筋の段階的な等尺性収縮課題中 (5 ~ 40% EMGmax) に腓腹神経を電気刺激 (5 連発刺激・333Hz、強度は感覚閾値の 2.3 倍) し、皮膚反射を長腓骨筋より誘発した (加算回数は 30 回)。得られた皮膚反射中潜時成分の最大振幅値の変化と背景筋電図量 (%EMGmax) の変化に対して回帰分析を行ない、皮膚反射利得を算出した。測定は、受傷から 1 週間後、2 週間後、4 週間後、2 カ月後、3 カ月後および 6 カ月後に実施した。

4. 研究成果

【平成 26 年度の研究成果】

第 1 課題として、初回足関節捻挫群では受傷から 4 週間後に長腓骨筋皮膚反射中潜時成分に抑制性変化が認められ、我々の先行研究 (Futatsubashi et al. 2013) で示した慢性的足関節不安定性における結果と同様の変化を示した。その後、受傷から 3 カ月後にはコントロール群レベルまでこの変化が回復することが明らかになった。

一方で、第 2 課題における複数回目の足関節捻挫群では、約 2 週間後から慢性群と同様の傾向が認められており、この抑制性変化が 3 カ月後に依然として残存している傾向が明らかになってきた。

第 3 課題において、先行研究と同様に発育期世代である中学生期においても、小学生期における足関節捻挫受傷頻度がその後の足関節捻挫再発のリスク要因となりうることが再確認された (図 1)。この内容を第 69 回日本体力医学会大会 (in 長崎) において発表した。

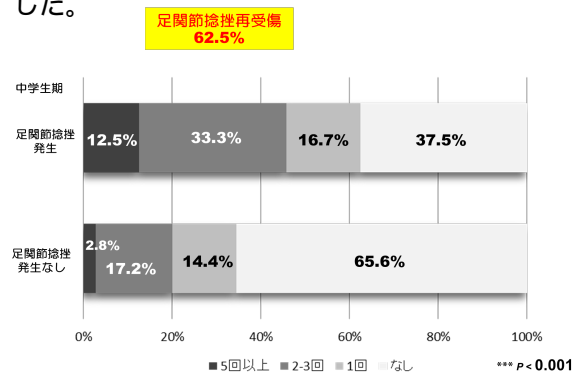


図 1. 小学生期における足関節捻挫受傷頻度と中学生期における再受傷との関係。小学生期に足関節捻挫既往がある場合の方が、中学生期における再受傷発生リスクが高かった。

【平成 27 年度の研究成果】

第 1 課題において、初回足関節捻挫後の症例 (n = 9) について、さらなる時系列的变化

を6ヶ月後、1年後と経過を追加検証した。前年度の結果として、4週間後に認められた長腓骨筋皮膚反射中潜時成分の抑制性変化 ($P < 0.05$)が、3ヵ月後にはコントロール群レベルまで回復し、その後6ヶ月後、1年後においても回復した状態が継続した。

一方で、第2課題における複数回目の足関節捻挫受傷例をさらに検討していく中で、初回足関節捻挫とは異なる神経生理学的な回復過程をたどることが明らかになった。具体的に、2-3回目 ($n=7$)、4回目以上 ($n=7$)の足関節捻挫群では、MLR 利得の抑制性変化が受傷から2週間後で既に認められ、3ヵ月後に依然として慢性的足関節不安定性群と類似した抑制性変化が残存していた ($P < 0.01$; 図2, 3)

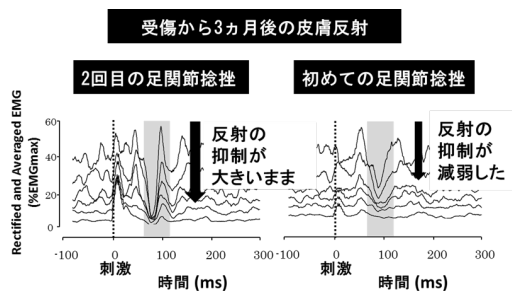


図2. 足関節捻挫受傷3ヵ月後において、初回後は長腓骨筋の抑制性神経活動は減弱し、健常例に近づいたが、2回目受傷例では抑制性神経活動が残存し慢性例に類似した。

(Futatsubashi et al. 2016 Eur J Appl Physiol を改変)

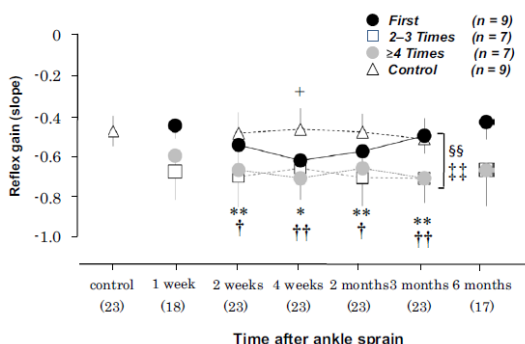


図3. 足関節捻挫受傷頻度別で分類した受傷後の時系列的変化。初回後は長腓骨筋の抑制性神経活動は減弱し、健常例に近づいたが、2-3回目受傷例、4回以上受傷例では抑制性神経活動が残存し、回復過程が遅れていた。(Futatsubashi et al. 2016 Eur J Appl Physiol)

この結果より、初回足関節捻挫後に比較して2-3回目、4回目以上の受傷後では長腓骨筋皮膚反射中潜時成分の抑制性変化からの回復が遅くなることが示され、中枢神経系の可塑的变化が足関節捻挫の“受傷頻度”に応じて引き起こされていることを示唆した。また、2-3回目と4回目以上の足関節捻挫群において有意差が認められていないことから、特に初回足関節捻挫と2回目足関節捻挫との間に、中枢神経系の可塑的变化に移行する臨界期が存在している可能性が考えられた。

また、第3課題として設定した発育期コホート研究により、足関節捻挫の再受傷リスク

として“受傷頻度”が大きなりリスク要因の一つであることが再確認された。

以上の観点より、足関節捻挫再受傷の一要因として“受傷頻度”に伴う中枢神経機構の相違が明らかになってきた。この知見により、足関節捻挫後の新たな神経系リハビリテーションプログラム作成および再発予防対策の確立につながることを期待される。また、足関節捻挫発生機序に対し、神経生理学という新たな視点を与えるものであり、今後さらに検討を進めていく必要がある。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 1 件)

Futatsubashi G, Sasada S, Ohtsuka H, Suzuki S, Komiya T, History-dependent changes in the recovery process of the middle latency cutaneous reflex gain after ankle sprain injury, *European Journal of Applied Physiology*, 116 (3), 459-470, 2016 (査読有)
doi: 10.1007/s00421-015-3292-8

〔学会発表〕(計 2 件)

育成期サッカー選手に対する足関節捻挫発生リスク要因の検討, 第69回日本体育学会大会 (in 長崎), 2014. 9. 19-21, 二橋元紀、小宮山伴与志

足関節捻挫受傷頻度の違いに伴う神経生理学的回復過程の変化, 第70回日本体育学会大会 (in 和歌山), 2015. 9. 18-20, 二橋元紀、笹田周作、大塚裕之、鈴木伸弥、小宮山伴与志

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況 (計 件)

名称：
発明者：

権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

二橋 元紀 (FUTATSUBASHI GENKI)
上武大学・ビジネス情報学部・講師

研究者番号：20738017

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：