

令和 2 年 6 月 7 日現在

機関番号：15201

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2019

課題番号：18K16661

研究課題名(和文) 膝関節疾患患者の運動認知に関する研究

研究課題名(英文) Evaluation of brain activity in patients of knee injury

研究代表者

門脇 俊 (Kadowaki, Masaru)

島根大学・学術研究院医学・看護学系・助教

研究者番号：90752163

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,000,000円

研究成果の概要(和文)：膝関節を構成する靭帯を損傷することで靭帯内に存在する膝の角度や位置を感じる機能が喪失し、それを反映して脳活動の変化が起こる。健常な膝の人と比較すると、脳の感覚を司る部位の活動が低下し、代償的にその周囲にある元来別の働きを持つ部位の活動が増加することがわかった。さらに、情動面(怖さや不快感)に関する領域の活動が増加していた。これは膝靭帯損傷により膝関節が不安定感になったことが情動面にも影響することを示している。これらの変化は膝靭帯再建術を施行され、物理的な安定感を得たとしても、健常に近づく例、そうでない例が存在し一定の結果とはならなかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまで膝疾患の治療は身体機能面のみを重視したものであったが、本研究の結果から神経、情動といった感覚的な面の治療も必要であることが示された。物理的な安定性や筋力、瞬発力の改善だけでは十分とはいえず、感覚的にも安定し不安なく運動ができる膝を目指した治療が必要である。靭帯の再建手術を受けて安定した膝となっても不調を訴える患者ではこういったアプローチが有効である可能性がある。一方で、具体的にどのような方法で神経機能の改善や情動面の回復をはかるか解明できておらずさらなる検討が必要である。

研究成果の概要(英文)：Brain activity changes after ligament injury in knee joint influenced by a loss of neural function as a mechanoreceptor in ligament. Intergroup analysis showed less activity in several sensorimotor cortical areas, including the contralateral primary somatosensory areas, increased activity in emotion related areas, which is recognized as an aversion similar to that toward chronic pain.

These changes could be recovered in every patients even if stability of knee joint was obtained by ligament reconstruction surgery.

研究分野：整形外科学

キーワード：運動認知

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

膝前十字靭帯 (ACL) 損傷および内側膝蓋大腿靭帯 (MPFL) 損傷の治療において、靭帯再建術により関節不安定性の改善、関節可動域や筋力といった機能を回復させることは可能となっているが、他覚的に関節の制動が得られて安定化していても患者の自覚としては違和感が持続し、不安感が払拭できず日常生活に支障をきたす症例が珍しくない。靭帯損傷によって何らかの神経活動の変化が起こっていることに起因すると考えられ、どの領域がどのように変化しているかを把握しなければその対策を講じることはできない。われわれは、これまでに ACL 損傷患者では膝固有感覚が低下するものの、ACL 再建によって再建靭帯内に機械受容器が再生し再建術後に経時的に固有感覚が改善することや、術後関節鏡視下に再建靭帯に電気的あるいは機械的刺激を行うと、体性感覚誘発電位 (SEP) を検出できることから靭帯内に機械受容器が再生して中枢神経系へと伝達することなどを報告してきた (Ochi 1999, Iwasa 2000)。しかし、SEP を用いた方法では脳活動部位の特定ができず、また大脳皮質以外の評価ができず、機械受容器から中枢神経系への伝達経路が新たに構築されるのか、あるいはその過程で脳機能がどのような変化をするかは不明であり、運動認知機能を十分に捉えることは不可能であった。近年脳機能を分析する手段として、脳内の微小血流の変化を捉えることで脳賦活部位を特定する撮像法である機能的磁気共鳴画像 (functional MRI : fMRI) が利用されていることに着目し、靭帯損傷患者における脳活動について評価することとなった。

2. 研究の目的

本研究の目的は、膝靭帯損傷患者において膝関節不安定性によって変化した脳活動が、靭帯再建術による膝安定化にどのような影響を受けるかを明らかにすることである。

3. 研究の方法

ACL 損傷患者 25 名および MPFL 損傷患者 15 名に対し fMRI を施行、靭帯再建術を施行後 2-3 年経過した時点で再度 fMRI を施行してその変化を調べる。対照群として膝靭帯損傷を有さない健康者を同数設定する。

fMRI

1) ACL : 360 秒間の撮像時間を 30 秒ごとの 12 相に分け、休息相 30 秒とタスク相 30 秒を交互に 6 回繰り返す。タスクは最初の 3 回は他動での屈曲・伸展とし、あとの 3 回は屈曲 20° での前方引出し (Lachmann 試験) とする。

2) MPFL : 180 秒間の撮像時間を 30 秒ごとの 6 相に分け、休息相 30 秒とタスク相 30 秒を交互に 3 回繰り返す。タスクは膝蓋骨外方ストレスとする。

臨床的評価

靭帯再建術により関節不安定性が払拭されたかどうかを評価する。ACL については Kneelax3 (MR Systems 社、オランダ) を使用し、屈曲 20° において牽引力 132N での前方引出し時の脛骨前方移動量を測定し、健側膝との差が 3mm 以内のものを安定とみなす。MPFL については当教室で独自に開発した膝蓋骨剛性試験機を用い、膝蓋骨を外方へ 5mm シフトした際の剛性を計測し靭帯再建前と比較する。また膝蓋骨外方ストレスによる不安感 (apprehension) が靭帯再建術により消失したかを確認する。

4. 研究成果

靭帯再建術を施行した全患者において臨床的に膝の不安定性は消失していた。

膝靭帯損傷を受傷した患者における膝関節他動運動時の脳活動は、体性感覚野の活動が減少しており、その一方で運動野、運動前野、体性感覚連合野の活動が増加していた。このことは膝靭帯損傷によって靭帯内に存在する機械受容器により感知された関節固有感覚の体性感覚野への求心性の伝達が減少したことを意味している。これを代償するために他領域の脳活動が増加したと推察する。また、情動面では pain matrix を構成する前帯状皮質、前頭前皮質、下頭頂葉の活動が増加していた。膝関節の不安定性の結果生じた運動時の不安が慢性疼痛患者と同様な機序で認識されていると考えられる。

靭帯再建術後 2 年が経過した患者の膝関節他動運動時の脳活動は、体性感覚野の活動が健常対象に近い活動を示すものもあれば、損傷時と同様に活動が低下したままの患者もいた。靭帯の安定性や筋力等の機能面は十分に回復が得られていたものの、proprioception の回復については個人差が生じており、この理由は明らかとはならなかった。情動面についても前帯状皮質、前頭前皮質、下頭頂葉といった膝不安定性に起因した脳活動は、靭帯再建術によって膝関節の安定性が得られても残存している患者がいた。客観的な機能面の回復は十分であるにもかかわらず、心理的な不安が拭い去れていないことになる。靭帯再建後の情動面の変化の個人差についても理由は不明であった。膝固有感覚、情動面いずれについても、その回復に影響を与える因子についてさらなる検討が必要である。

これまで膝疾患の治療は身体機能面のみを重視したものであったが、本研究の結果から神経、情動といった感覚的な面の治療も必要であることが示された。物理的な安定性や筋力、瞬発力の改善だけでは十分とはいえ、感覚的にも安定し不安なく運動ができる膝を目指した治療が必要である。

靭帯の再建手術を受けて安定した膝となっても不調を訴える患者ではこういったアプローチが有効である可能性がある。一方で、具体的にどのような方法で神経機能の改善や情動面の回復をはかるか解明できておらずさらなる検討が必要である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----