

氏 名 堤 泰彦

学位の種類 博士 (医学)

学位記番号 博士乙 458

学位授与の要件 学位規則第4条第2項

学位授与年月日 令和3年3月9日

学位論文題目 Maxillofacial Injury in Cyclists: A Biomechanical Approach for the Analysis of Mechanisms of Mandible Fractures

(自転車乗員における顎顔面損傷：生体力学的アプローチによる下顎骨骨折メカニズムの分析)

審査委員 主査 教授 清水 猛史

副査 教授 鈴木 友彰

副査 教授 向所 賢一

論 文 内 容 要 旨

*整理番号	462	(ふりがな) 氏 名	つつみ やすひこ 堤 泰彦
学位論文題目	Maxillofacial Injury in Cyclists: A Biomechanical Approach for the Analysis of Mechanisms of Mandible Fractures (自転車乗員における顎顔面損傷: 生体力学的アプローチによる下顎骨折メカニズムの分析)		
<p>目的:</p> <p>自転車乗員の身体は保護具なしで露出していることが多く、自転車から転倒したり、他の車両や物体との衝突に巻き込まれると、受傷しやすいとされる。受傷した自転車乗員を対象とした研究では、最も一般的な骨折部位は顔面で、28.2%を占めていることが報告されている。顎顔面骨折は、美容上の問題だけでなく、様々な症状を引き起こす可能性があると考えられ、顎顔面はコミュニケーションと日常生活の中心的な役割を果たしており、小さな障害であっても機能的・生理学的レベルで患者に深刻な結果をもたらす可能性があると考えられている。自転車関連の顎顔面損傷に関してさまざまな報告がされているが、自転車乗員の顎顔面骨折の発生に影響を与える要因を明らかにした報告はない。さらに、顎顔面骨折の発生について生体力学的に検証された報告もされていない。自転車乗員の顎顔面損傷を防ぐための効果的な介入を確立することを目的に、自転車乗員の顎顔面骨折の発生に影響を与える独立した要因を今回調査し、次に生体力学的分析により、自転車から転倒した際の下顎骨折の発生を確認することとした。</p> <p>方法:</p> <p>2011年から2019年までの滋賀医科大学附属病院歯科口腔外科を受診記録をもとに、自転車乗車による顎顔面外傷を受傷した患者を選定し、身体的データ(年齢、性別、病歴)、ヘルメットの使用の有無、顎顔面の損傷の種類と領域、受傷した歯の数、Abbreviated Injury Scale (AIS)、Injury Severity Score (ISS)について調査した。対応のないt検定を使用して、顎顔面骨折のある患者とない患者の年齢と受傷歯数を比較した。カイ二乗検定を使用して、これら2つのグループ間の受傷部位の分布を比較した。マンホイットニー検定を使用して、これら2つのグループ間のAISとISSを比較した。顎顔面骨折の発生に独立して関連する変数を特定するために、強制入力法によるロジスティック回帰分析を実行した。</p> <p>有限要素(FE)モデルを用いたコンピューターシミュレーションにおいて、自転車乗員が自転車から転落し、路面に向かって下顔面を強打する状況を再現した。</p>			

- (備考) 1. 論文内容要旨は、研究の目的・方法・結果・考察・結論の順に記載し、2千字程度でタイプ等を用いて印字すること。
 2. ※印の欄には記入しないこと。

結果:

患者 94 名 (男性 62 名, 女性 32 名, 26.1 ± 17.3 歳) について分析を行った. 20 名の患者 (21.3%) に顎顔面骨折を認め, 下顎骨骨折が最も多かった (16 名). ロジスティック回帰分析では, 年齢のみが顎顔面骨折受傷の独立した予測因子であることが示された (オッズ比, 1.03; $P = .025$). トータルヒューマンモデルを使用したコンピューターシミュレーションでは, 下顎骨体への接触力も計算され, その結果, 最初の接触から 14 ミリ秒後に 8kN の力が加えられ, 高い圧縮応力が下顎骨内側に発生し下顎枝が横断面で変形したことを示した.

考察:

今回の研究では患者のうち 21.3% に顎顔面骨折を認め, そのうち下顎骨骨折が多く認められた. ロジスティック回帰分析では, 年齢が顎顔面骨折に寄与する独立した要因であることを明らかにし, 下顎骨骨折の閾値が年齢とともに減少することが示唆された. 有限要素 (FE) 解析を適用することで, 内部の生体力学的挙動を詳細に理解することができ, 下顎の応力分布を評価し, 直接および間接の力によって受傷した部位を確認することができた. 下顎骨骨折のうち歯槽骨骨折または骨体骨折は直接的な力によって発生していた. 直達力により下顎骨体中心が圧縮され, 下顎枝が曲がり下顎頭が圧縮されたときの衝撃で, その後, フォンミーゼス応力の値が間接的に高くなり, 下顎骨骨折の好発領域と一致していた. シミュレーションでは, 8kN の接触力が得られたが, 他の研究では骨折の許容度が約 4.5kN であることを示唆しており, 今回の結果はこれらの値を超えており, 自転車乗員の受傷状況が下顎骨骨折を十分に引き起こす可能性があることを確認した. シミュレーションでは, フォンミーゼス応力の最大値はそれぞれ 82.3MPa と 84.7MPa であった. 以前の報告では, 大腿骨の破壊応力は 104~120 MPa 以内であり, 脛骨および腓骨の破壊応力は 104~125 MPa 以内であることが示唆されている. したがって, ほとんどの皮質骨では, 骨折の閾値は約 100MPa と見なされており, シミュレーションで得られた値は, 下顎骨骨折につながる値に近似していた. 生体力学的分析によれば, 自転車から転倒して下顔面を路面に直接受傷すると, 下顎骨骨折を起こす可能性があることが確認された.

結論:

顎顔面骨折の可能性を減らして自転車に乗る人の QOL を改善するには, 顔面への外力の減少が優先され, フェイスガード付きのヘルメットを使用することが提案された. 子供用のヘルメット使用率を上げることに加えて, フェイスガードを装備することの重要性は, すべての自転車利用者にとっても啓発される事項であると思われた. リスクに対する意識を高め, セーフガードやヘルメットを使用した安全対策を推進する教育など, より強力な傷害防止戦略が必要と思われた.

博士論文審査の結果の要旨

整理番号	462	氏名	堤 泰彦
論文審査委員			
<p>(博士論文審査の結果の要旨)</p> <p>本論文では、自転車事故による顎顔面外傷の現状を明らかにし、コンピューターシミュレーションにより顎顔面骨折の発生メカニズムを解明するとともに、顎顔面骨折の発生要因を明らかにして、その予防のための効果的な介入法について検討し、以下の点を明らかにした。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 滋賀医科大学歯科口腔外科を受診した自転車乗員の顎顔面外傷例94例のうち、上顔面に認められたのが9例（3%）、中顔面が63例（67%）、下顔面が28例（29%）であった。 2) 歯牙の損傷を伴うことが79例（80.9%）と多く、特に上下顎前歯の損傷頻度が高かった。 3) 顎顔面骨折は20例（21.3%）で認められ、下顎骨骨折が16例と最も多く、体部の骨折が13例、体部と関節突起が2例、関節突起のみが1例であった。 4) 年齢が高いことが顎顔面骨折の独立した予測因子であった。 5) コンピューターシミュレーションで、オトガイ部への外力により下顎骨体部、さらに関節突起の骨折を引き起こす十分な応力が発生することが明らかになった。 6) 中顔面、下顔面を保護するためのフェイスガード装着や、受傷時にかかる外力を減らすためのスピード抑制などの交通安全教育の推進が必要である。 <p>本論文は、自転車乗員の顎顔面外傷について新たな知見を与えたものであり、また最終試験として論文内容に関連した試問を実施したところ合格と判断されたので、博士（医学）の学位論文に値するものと認められた。</p> <p style="text-align: right;">(598文字)</p> <p style="text-align: right;">(令和3年 1月 25日)</p>			