

Title	Chin force in violin playing
Author(s)	小幡, 哲史
Citation	大阪大学, 2012, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/59048
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

【32】

氏 名	小 幡 哲 史
博士の専攻分野の名称	博 士 (医学)
学 位 記 番 号	第 2 5 0 7 8 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 2 4 年 3 月 2 2 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第1項該当 医学系研究科予防環境医学専攻
学 位 論 文 名	Chin force in violin playing (バイオリン演奏時の楽器保持に関わる顎あて力)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 木 下 博 (副査) 教 授 杉 田 義 郎 教 授 佐 藤 宏 道

論文内容の要旨

〔 目 的 〕

バイオリンやピオラ奏者は楽器を左肩と下顎間で固定し、左手の自由を確保しながら高度な演奏を行っている。この楽器固定には、一般的に楽器に装備される顎あてと肩あてが利用される。本研究はバイオリン演奏時における演奏者の下顎が顎あてに加える力「顎あて力」について一連の実験研究をまとめたものである。この力を実際の演奏時に調べることは、第1に、バイオリニストやピオラ奏者に多発する顎関節症や下顎骨の変性/変化、咬合異常や日常的な首や肩の痛みの原因を探る上で、重要な情報となりえる。第2に、演奏時における楽器保持のバランスは、肩を支点として、顎あて力や、左手の支持、右手の保持する弓が弦を押さえる力との関係によって成り立っているが、この力関係を明らかにすることは楽器の保持機能の効率性や演奏技術の向上を考える上で重要な情報となる。第3に、顎あての形状や素材などの選択や製造は、主に演奏家の主観と作り手の経験によって行われてきた。客観的な評価に関する研究は、唯一圧力センサーシートを異なる種類の顎あて上に貼って測定したものがあつた。しかしながら、使用している圧力センサーの精度が不十分であり、力情報についても詳細な検討がなされていない。これらの必要性や問題点を基に、我々はまず演奏者の演奏時における下顎への負担をより正確に計測するための力覚センサー内装型顎あてを設計、開発した。次に、この顎あてを用いて、実際の演奏場面で使用される様々な演奏技術と顎あて力との関係について、バイオリニストを対象に実験研究を実施した。最後に、顎の左側に作用する顎あて力と下顎の右方向への変位量に関する実験研究も実施した。その結果に基づいて、バイオリニストの顎に関わる機械的ストレスについて議論した。

〔 方法ならびに成績 〕

力覚センサー内装型顎あての設計について：1軸の自作小型軽量力覚センサーを設計・製作し、顎あてと楽器との間に固定した。センサーは0.5 mm厚の鋼鉄板にひずみゲージ4枚を接着したものを合計3台作成し、これらを厚さ1.5 mmのジュラルミン板で挟みこんだものである。3タイプ（湾曲度が浅い、中程度、深い）の既成の顎あて上部分（Chin-cup）の下面をフライス加工して平面化し、それをセンサーの上面に強力両面テープで固定した。各被験者は、これらのタイプの中から普段自分が使用している顎あてにもっとも近いものを選び、実験に臨んだ。センサーは実験用バイオリン（4/4 size, Suzuki model 280）の表板左側に、平面化のための薄い板を介して強力粘着テープで固定した。開発された力覚センサー内装顎あては、機械試験の結果、最大計測許容量が100 N、0.02 Nの分解能と高い直線性（100 Nまで<0.5%誤差）が認められた。

演奏実験について：演奏歴14年以上のプロのバイオリン奏者およびバイオリン演奏専攻の音楽大学生15名を被験者（男性5名、女性10名）とし、以下の課題での顎あて力測定実験を行った。被験者は①静止状態における楽器保持力②単純な音階演奏における3段階の演奏速度の変化と音の大きさの変化③ビブラート演奏④素早い左手の移動を伴う跳躍演奏⑤和音演奏⑥楽曲（Max Bruchのバイオリン協奏曲G短調34小節）演奏の6種類の課題をランダムに行った。その結果、楽器保持では、平均15 Nの力発揮が、単純な音階演奏ではピークの平均で22 Nまで上昇し、ビブラート演奏時には29 N、和音演奏時では30 N、左手の素早い移動を伴う跳躍演奏時には35 N、さらに複雑な指・上肢運動および情動が伴う協奏曲演奏時には52 N（個人差の範囲は31 N～82 N）の力発揮が確認された。

顎の力発揮による下顎の右方向への変位について：本研究における被験者のうち8名（女性6名、男性2名）について、楽器の左側に設置された顎あてへの力によって生じる下顎の右方向への変位を推定するための実験を行った。被験者は軽量高精度のデジタルカメラが固定されたヘッドギアを装着した状態で、実験用の楽器を構えた。バイオリン演奏時に左顎に加わる力によって下顎が上顎から右方向への変位の度合いを、上下の前歯間におけるずれから推定するために、微小マーカーを上下の前歯（門歯）前面にセメント固定し、それを顎あて力の発揮中にデジタルカメラで撮影した。この撮影における画像の空間解像度は0.01 mmであった。被験者は、前方に設置したオシロスコープ画面上で自分が発揮する顎あてへ力を0、10、20、40、60 Nの水準で3秒間発揮し続けるよう、また、マーカーを前面から観察するため、唇を開放状態

に保つよう指示された。被験者が各水準での力を加えている間、門歯の静止画像を2回ずつ撮影した。0 Nの静止画における前歯の位置を基準として、力を加えた際の下側門歯の変位を下顎の変位とした。この結果、すべての被験者において顎の力が増加するに従って変位がより大きくなり、60 N発揮時で平均0.38 mm（0.13～0.55 mmの幅）の変位量が確認された。

〔 総 括 〕

バイオリン演奏時における左下顎への負担を計測するために小型1軸力覚センサー内装型顎あてを設計、開発し、バイオリニスト15名を対象に静止保持時から様々な演奏課題遂行時の顎あて力を計測した。顎あて力は楽器静止保持時ではすべての奏者で平均15 N前後であったが、協奏曲演奏時では平均52 Nにまで増大した。演奏時において演奏者の下顎と楽器との間には比較的大きな力が作用していることが明らかとなった。この力には奏者間で30 Nから80 Nの差異が認められた。この差は、情動表現を要する楽節や高度な連指および運弓技術を要する小節で観察されたことから、音楽表現や演奏方法の個体差が反映していると推察された。左下顎への顎あて力の増大に伴う下顎骨の水平面での変位（横ズレ）についても計測した。変位は顎あて力の増大に比例して大きくなり、60 Nの顎あて力では平均0.38 mmの変位が観察された。この下顎の変位と演奏者に頻発する顎関節症問題について考察した。

論文審査の結果の要旨

バイオリンやピオラ奏者は一般的に左側の下顎と肩との間で楽器を固定し演奏を行っているが、この際に発揮される力「顎あて力」が頻発する顎関節症や下顎骨の変形、演奏時のBruxismによる大臼歯痛や損傷、頸部や肩の慢性痛などの一因と考えられている。しかし、実際の演奏場面における顎あて力の計測・評価に関する研究報告は未だ見られない。本申請者は、顎あて力を経時的に測定可能な力覚センサー内装型顎あてを設計および試作し、15名の健常・熟練者手バイオリニストを対象に様々な演奏場面における顎あて力を調べた。その結果、楽器の静止保持に必要な顎あて力は15 N前後であったが、楽曲演奏時では52 Nまで増加し、奏者によって30 Nから80 Nの幅があり、その差は特に高度な演奏技術の遂行時や、強い情動表現時に出現することを明らかにしている。また、顎あて力発揮時の剪断力による下顎骨の水平面での変位についても調べたところ、顎あて力の増大に比例して剪断力も増大し、60 Nの顎あて力発揮時では、0.4 mmまで横ズレが生じることも明らかにしている。

本研究は力覚センサー内装型顎あての開発により、奏者の下顎および顎関節が日々受けている機械的ストレスを客観的に評価する方法を提案し、実際の演奏場面における力量および変位量の基準値を明示し、演奏技法や表現方法の側面から障害防止策につながる価値ある成果を示している。以上の内容により、本論文は博士(医学)の学位授与に値するものである。