

論 文 要 旨

Smoothness of Molar Movement during Gum
Chewing In Children with Primary Dentition

(乳歯列期小児におけるガム咀嚼運動の円滑性に関する研究)

伊藤 千晶

【 序論および目的 】

運動の円滑性は、加速度の変化の割合と定義されている jerk の二乗の平均で表現され、jerk cost (jerk の二乗の積分) を最小にすることによって運動の円滑性は最大になることが手足の運動を観察することから明らかになっている。また、運動を繰り返し練習することで jerk cost は減少し運動の円滑性は増大することも報告されている。咀嚼運動に関しては、成人について jerk cost を用いた研究が行われている。しかしながら、乳歯列期小児について咀嚼運動の円滑性に関する研究は報告されていない。小児は、咀嚼パターンが成人とは異なり、臼歯部咬合状態によって影響を受けやすいことがわかっている。そこで本研究では、「乳歯列期小児における咀嚼中の臼歯部運動は成人と同様に円滑である。」という帰無仮説を立て、乳歯列期小児と成人における咀嚼運動の円滑性の相違を明らかにすることを目的とした。

【 被験者および方法 】

被験者は、齲蝕がないかあるいは軽度の修復処置がなされているのみで、歯列、咬合、顎関節などの顎口腔系に異常が認められない乳歯列期小児22名 (平均年齢 : 5歳5か月) 、および個性正常咬合を有する成人女性23名 (平均年齢 : 20歳4か月) とした。

下顎運動の計測には、6自由度顎運動計測装置 (TRIMET[®] , 東京歯材社製) を用いた。シュガーレスガム new Trident[®] (WARNER-LAMBERT 社製 , 1.6 g) を十分に軟化させた後、舌上にガムをおき、咬頭嵌合位を始点とする自由咀嚼運動を20秒間計測した。解析点は、下顎乳中切歯または下顎中切歯と、下顎第二乳臼歯または下顎第一大臼歯とし、咀嚼運動はC言語ソフトウェア (Visual studio 2005[®] , Microsoft 社製) を用いて独自開発したプログラムにより各サイクルに分割した。個人の咀嚼サイクルの偏差から、三次元運動距離および時間が、その被験者の平均値に近い10サイクルを選択した。閉口路において咀嚼終末位から直線移動距離 3.0mm において

切歯点が左右のいずれにあったかにより、そのサイクルの作業側と非作業側を判定した。そして、各サイクル間における運動距離と時間の変動による影響を除くために正規化したnormalized JC (以下 NJC) を、C言語ソフトウェア (Visual studio 2005[®], Microsoft 社製) と技術計算用ソフトウェア (Mathematica4[®], Wolfram 社製) を用いて、1サイクル全体 (全相) と1サイクルを3分割した各相 (開口相、閉口相、咬合相) において算出した。統計解析には、SPSS[®] 15.0J ソフトウェアを用いた Mann-Whitney U 検定とML wiN[®] ソフトウェアを用いたMultilevel linear model 分析を行い、小児と成人の咀嚼運動における円滑性を比較した。

【 結果 】

小児と成人における比較 :

三次元運動距離は、切歯点、両側臼歯点とも開口相、閉口相で成人のほうが有意に大きかった。運動時間も開口相、閉口相で成人のほうが有意に長かった。NJC は、切歯点、両側臼歯点とも開口相、咬合相で成人のほうが有意に小さかった。

小児、成人において、切歯点、両側臼歯点とも開口相より閉口相のほうが NJC は有意に小さかった。

NJC の個人間、個人内変動の比較 :

個人間変動と個人内変動を比べると、成人における咬合相以外の個人内変動は、小児、成人とも個人間変動より大きかった。小児、成人とも閉口相の個人間、個人内変動は、各相の中で一番小さかった。小児の個人内変動は、すべての相において成人の個人内変動より大きかった。

【 考察および結論 】

本研究で、成人は開口相と咬合相において小児より円滑にガム咀嚼を行っていることがわかった。この違いは、成人がより多く咀嚼経験をしており、長期にわたり咬合も安定していることが要因と考えられた。形態学的にみると、乳歯列はスピーの彎曲がなく永久歯列より平坦であり、また、小児の顎関節窩は成人に比べ平坦である。成人の歯列や顎関節の特徴、成熟した神経筋機構が、より円滑な動きを可能にする。一方、形態的な自由度があり、発育途上の神経筋機構から、小児は安定した動きや効率よく運動することが難しいと考えられた。

小児も成人も開口相より閉口相のほうが円滑な運動を行っていた。これは、閉口相では歯根膜受容体からの閉口筋へのフィードバック機構や閉口反射など多くの制御機構を有することが関与していると推測された。

閉口相の NJC の個人内変動は、小児、成人とも作業側臼歯点が一番大きかった。これは、作業側は食品の影響を大きく受けるためと考えられた。

以上より本研究では、小児のガム咀嚼運動は成人ほど円滑ではないことが明らかとなった。また、乳歯列期小児においても jerk cost を用いた解析が有用であることが示唆された。

論文審査の要旨

報告番号	総研第 231 号	学位申請者	伊藤 千晶
審査委員	主査	宮脇 正一	学位
	副査	鳥居 光男	副査
	副査	田松 裕一	副査
			南 弘之

**Smoothness of Molar Movement during Gum Chewing
in Children with Primary Dentition**

(乳歯列期小児のガム咀嚼における臼歯部運動の円滑性に関する研究)

運動の円滑性は、加速度の変化の割合と定義されている jerk で表現され、jerk cost (jerk の二乗の積分の半分) を最小化することによって運動の円滑性は最大になることが、手足の運動を観察することから明らかになっている。咀嚼運動に関しては、成人について jerk cost を用いた研究が行われている。しかしながら、乳歯列期小児について咀嚼運動の円滑性に関する知見は報告されていない。そこで本研究では、「乳歯列期小児における咀嚼中の臼歯部運動は、成人と同様に円滑である。」という帰無仮説を立て、乳歯列期小児と成人における咀嚼運動の円滑性の相違を明らかにすることを目的とした。

顎口腔系に異常が認められない乳歯列期小児 22 名 (平均年齢 : 5 歳 5 か月) および成人女性 23 名 (平均年齢 : 20 歳 4 か月) を被験者とし、シュガーレスガムを十分に軟化させた後、舌上にガムをおき、咬頭嵌合位を始点とする自由咀嚼運動を 20 秒間行うように指示し、6 自由度顎運動計測装置を用いて計測した。解析点は、下顎乳中切歯または下顎中切歯と、下顎第二乳臼歯または下顎第一大臼歯とし、咀嚼運動は C 言語ソフトウェアを用いて独自開発したプログラムにより各サイクルに分割した。各被験者において standard score を用いて、三次元運動範囲および時間がその被験者の平均値に近い 10 サイクルを選択した。そして、各サイクル間における運動距離と時間の変動による影響を除くために正規化した normalized JC (以下 NJC) を、C 言語と技術計算用ソフトウェアを用いて、1 サイクル全体 (全相) と 1 サイクルを 3 分割した各相 (開口相、閉口相、咬合相) において算出し、乳歯列期小児と成人で比較検討した。

その結果、以下の知見が得られた。

- 1) 全相、開口相、閉口相では、小児よりも成人のほうが有意に NJC は低く、円滑に運動していた。
- 2) 個人内変動は、成人よりも小児のほうが大きく、運動の安定性が低かった。

成人は、より多くの咀嚼経験を有しており、長期にわたり咬合が安定している。また、小児に比べ形態学的に制限のある中で成熟した神経筋機構とともに、より円滑な運動を可能にしているのではないかと考えられた。咀嚼運動の安定には咀嚼筋群により左右の異なる運動の協調が必要だが、小児はこの非対称な運動を行うことが難しく、また、成人のように確立した個人パターンを持つほど成熟していないと考えられた。

以上より、本研究は jerk cost による乳歯列期小児の咀嚼運動機能評価を行い、その正常像ならびに成人との相違を明らかにすることで、顎口腔機能異常の診断や歯科的治療前後における運動機能の数値評価を可能にし、幼児期における歯科的対応の付加価値の大きさを運動論的に証明する一助になることから、本研究は学位論文として十分な価値を有するものと判定した。

最終試験の結果の要旨

報告番号	総研第 231 号	学位申請者	伊藤 千晶
審査委員	主査	宮脇 正一	学位
	副査	鳥居 光男	副査
	副査	田松 裕一	副査

主査および副査の5名は、平成25年2月14日、学位申請者 伊藤 千晶 君に面接し、学位申請論文の内容について説明を求めると共に、関連事項について試問を行った。

具体的には、以下のような質疑応答がなされ、いずれについても満足すべき回答を得ることができた。

質問1) 小児の咀嚼運動の円滑性を研究する意義は何か

(回答) 本研究で対象とした乳歯列期の小児は、顎口腔機能の発達の過程において、歯列の状態が一時安定する時期です。この乳歯列期小児の咀嚼運動の円滑性を jerk cost を用いて定量評価することにより、その正常像を明らかにすることは、幼児期の咀嚼異常を診断する上でも重要な指標を提供すると考えられます。

質問2) 計測装置のフレームが小児には重そうに見えるが、咀嚼動作に影響はないのか

(回答) フレームは40gで軽量と考えています。また、計測を行う前に十分に練習を行い、通常の咀嚼動作が行えるように配慮しています。

質問3) 計測装置の再現性、誤差はないのか

(回答) 計測精度は、0.19mm以下となっております。

質問4) 6自由度顎運動計測装置の6自由度とは何か

(回答) 上下顎を剛体とみなして設定したXYZ軸方向の平行移動の3要素と、それぞれの軸周りの回転移動の3要素を併せた6個の独立した運動要素のことです。

質問5) 使用したガムの量は小児と成人で同じなのか

(回答) 被験者の体格に基づいて咀嚼用の食品試料のサイズや量を変化させる正当性を示す文献が見当たらなかったこと、また、ガムの場合、量を増すことにより咀嚼運動への抵抗性が増し、この抵抗性が、より一層、下顎の側方への運動をもたらすことが過去の研究で示されており、被験食品として今回は同量のガムを用いました。

質問6) 小児の性差はないのか

(回答) 本研究での小児の被験者は、男児11名、女児12名ですが、男女で結果を比較したところ、

最終試験の結果の要旨

有意差は認められませんでしたので男女まとめて小児群としました。

質問 7) standard score を用いることでサイクルを選択しているが、個人の個性を消してしまうのではないか

(回答) 咀嚼運動は変動が大きいことが多くの論文で言われております。そこで、その変動を可及的に減少させる方法として standard score を使用することが提唱されています。しかし、連続した咀嚼サイクルではないので、一連の咀嚼運動の円滑性をみることができません。ご指摘のとおり、極端な値をとるサイクルもその被験者の運動の円滑性の特徴を表現している可能性は否定できません。咀嚼サイクルの選択に関しては、今後の課題であると考えております。

質問 8) NJC は閉口相で有意差が出ていないが、その理由は何か

(回答) 開口により伸長した咀嚼筋群は、ある程度自然に元に戻ろうとします。成人に比べ咀嚼経験の少ない小児でも自律的な復位作用により、成人とあまり変わらず円滑に運動ができるのではないかと考えております。

質問 9) 小児の個人内変動はなぜ成人より大きいのか

(回答) 個人内変動が大きいということは、各個人の咀嚼の安定性が低いと考えられます。咀嚼運動の安定には咀嚼筋群により左右の異なる運動の協調が必要ですが、小児ではまだ、この非対称な運動を円滑に行うことが難しく、運動が安定しないのではないかと考えております。

質問 10) 小児は顎関節窩が浅くその解剖学的な制限が少ないため、成人より円滑性が低いとしているが、制限がないということは自由に動き、円滑性も高いのではないのか

(回答) 研究を始める前の予想として、小児の形態学的自由さから、成人より円滑な運動を行えるのではないかと考えました。しかし、結果は逆となりました。成人の場合、制限がある中で変化の少ない安定した咀嚼を行っていたと考えられます。小児期から成人期への発育過程で、解剖学的な成長や変化と、咀嚼経験の成熟が運動の円滑性の形成に関係しているものと考えております。

質問 11) 論文中に作業側は食品に影響されるとあるが、どういうことか

(回答) 食品の種類によって運動の円滑性は変わるのではないかと予想しているということです。

質問 12) 円滑性の低い小児期から成人期に向けて咀嚼の安定性が確立していくと考えられるが、良い咀嚼動作を習得していくために、小児期の摂食行動や食事に関して注意すべきことは何か

(回答) 咀嚼の安定性には、咀嚼筋群により左右の異なる運動の協調が必要といわれています。奥歯でしっかり食べ物を噛むこと、丸のみではなくしっかり咀嚼することにより、咀嚼パターンの学習を継続することが、咀嚼の安定性に繋がるのではないかと考えております。

以上の結果から、5名の審査委員は申請者が大学院博士課程修了者としての学力・識見を有しているものと認め、博士(歯学)の学位を与えるに足る資格を有するものと認定した。