

学位論文題名

放射線被曝を伴わない簡便な顎顔面形態計測装置の開発

学位論文内容の要旨

緒言

これまで顎顔面部の骨格形態を調べる方法としては、セファログラムが多く用いられてきた。しかし放射線被曝という欠点があり、現時点では矯正治療を希望する患者にしか適用できない。非侵襲的、即時的に顎顔面部の骨格的な特徴を把握することができれば歯科医院に相談にくる患者に対してや、歯科検診時に追加診査として利用することができると思われる。そこで今回われわれは、放射線を用いることなく簡単に上下顎骨の前後的位置関係を数値として表す装置 (Quick Angle Checker, 以下 QAC) を開発することを目的とし、以下の検討を行った。

方法

1. 精度および計測誤差の検討

1) アクリル板計測による QAC 本体の計測精度

矯正臨床経験 2 年以上の当科医局員 12 人が、自作のアクリル板プロファイル模型により設定した ANB 角を QAC により 5 回計測した。またアクリル板をトレーシング用紙の上におき直接トレースし、トレーシングペーパー上で ANB 角を分度器にて 5 回計測した。各々 5 回の計測値の平均値を各計測者の計測値とし、2 群間における平均値の差の検定を行った。

2) 軟組織の被圧変位性の検討

当科医局員の成人男性 5 名を対象とし、自作の被圧変位性計測装置を用いて顔面軟組織を 0g から 450g まで 50g 間隔で圧接し、軟組織の変位量 (被圧変位性) を調べた。圧接部位は sN' 点 (鼻根部)、sA 点 (鼻下点)、sB 点 (下顎骨最陥凹点) とし、計測回数は 5 回とした。

3) 生体計測時の計測誤差の検討

計測者間に存在する計測誤差、被験者間に存在する不特定の誤差などを調査するため、

QACによる計測時にN点を2種類設定して計測誤差の比較を行った。ひとつは硬組織N点に近似するとされる左右上眼瞼溝を結ぶ直線と正中矢状面との交点(sN)を設定したANB角(Q-ANB)、もうひとつは鼻根部の彎曲の最陥凹点(sN')を設定したANB角(Q-AN'B)である。

当科医局員で既にセファログラムを有する成人男性7名、成人女性1名を対象とし、矯正臨床経験4年以上の当科医局員10名が各被験者に対してQ-ANBとQ-AN'Bの計測を5回ずつ、またセファログラムより通法に従いcepANBの計測を5回行った。

評価方法としては、計測者ごとに上記で行った5回の計測値における最大値と最小値の差をそれぞれの被験者においてまず算出し、計測者ごとに被験者8名の平均値を求めた。そして、10人の計測者が出した計測誤差の平均を全体の計測誤差とした。

そしてその値をQ-ANB、Q-AN'BならびにcepANBの3群間で比較するとともに、3群間の有意差の検定をウィルコクソン検定にて行った。

2. セファログラムとQACの計測値の比較

1) 被験者の上下顎関係の分布に関する検討

77名のセファログラムよりcepANBを計測し、分布の正規性を検討した。正規性の検定には歪度、尖度を用いた。

2) QACの計測値からセファログラムの計測値を推定する方法の検討

77名のQACから得られたQ-ANB角、Q-AN'B角およびセファログラムから得られたcepANB角より、QACの各計測値とcepANBの相関を検討するとともにQACの計測値からcepANBを推定する回帰方程式と決定係数 R^2 を求めた。

結果

1. 精度および計測誤差の検討

1) アクリル板計測によるQAC本体の計測精度

QACとトレーシングによる計測の結果、両者の平均値および標準偏差はほぼ等しく、平均値に有意差は認められなかった。

2) 軟組織の被圧変位性の検討

軟組織は0g~150gの間で急激に変位し、300g圧接時にはほぼ収束していた。300~450g間においてはsN'点で最大0.1mm、sA点で最大0.4mm、sB点では最大0.3mmの変位量しか認められなかった。これを角度に換算すると、最大0.6°の誤差を生じることがわかった。

3) 生体計測時の計測誤差の検討

ウィルコクソン検定の結果、Q-ANB と Q-AN' B の間に $p < 0.01$ で、Q-ANB と cepANB の間に $p < 0.05$ で有意差が認められたが Q-AN' B と cepANB の間には有意差は認められなかった。

また個々の計測値における最大値と最小値の差の最も大きな値においても Q-AN' B が 1.5° , Q-ANB が 2.5° と Q-AN' B の方が小さいものであった。

2. セファログラムと QAC の計測値の比較

1) 被験者の上下顎関係の分布に関する検討

被験者全体における cepANB の平均値は 2.82° , 標準偏差は 3.30° であった。また検定の結果、正規分布していると判断された ($p < 0.05$)。

2) QAC の計測値からセファログラムの計測値を推定する方法の検討

cepANB と Q-ANB 間における相関係数は $r = 0.93$, cepANB と Q-AN' B の場合は $r = 0.94$ となり、両方とも $p < 0.01$ で相関が認められた。

Q-ANB から cepANB を予測する回帰方程式は $y = 0.92x - 0.12$, 決定係数は $R^2 = 0.86$ であった。また Q-AN' B から cepANB を予測する回帰方程式は $y = 0.93x - 0.59$, 決定係数は $R^2 = 0.89$ であった。

考察

1. 精度および計測誤差の検討

1) アクリル板計測による QAC 本体の計測精度

QAC の計測器自体が有する計測誤差は、従来用いられているセファログラム分析の方法が潜在的に有する計測誤差と同等のものであると判断された。

2) 軟組織の被圧変位性の検討

得られた軟組織の変位量から、 $300 \sim 450\text{g}$ の力で圧接した場合には Q-AN' B の値のばらつきは最大でも 0.6° の範囲であることが計算された。一方、被験者 77 名のセファログラムの ANB 角 (cepANB 角) を 5 回計測したときの各被験者における最大値と最小値の差の最大値、平均値ならびに標準偏差を求めたところ、最大値は 1.85° , 平均値は 0.63° , そして標準偏差は 0.34° であった。このことから QAC を正確に顔面の 3 点に位置付けることができれば誤差はセファログラム分析において別々に 3 点をプロットするよりも小さくなる可能性が高いということがわかった。

3) 生体計測時の計測誤差の検討

誤差の点から見ると sN' 点を用いた計測値 Q-AN' B のほうが精度が高いことがわかった。これは計測者が同じ点をより正確に位置付けられることによるのではないかと考えられる。

2. セファログラムと QAC の計測値の比較

1) 被験者の上下顎関係の分布に関する検討

被験者全体の cepANB の平均値、標準偏差の値が現在臨床的に用いられている日本人の標準値の値とほぼひとしいことから、本研究は一般集団の標本を対象としていると判断した。

2) QAC の計測値からセファログラムの計測値を推定する方法の検討

本研究において導出されたこの回帰方程式を用いると変数の分散の 89% が説明されるものと理解される。また、決定係数 R^2 が Q-ANB-cepANB の回帰直線よりも Q-AN' B-cepANB のほうが大きかったことは、計測に用いた sN' 点が sN 点よりも正確に位置付けられることにより計測者間の誤差が少なかったことに起因すると考えられる。

結論

本研究にて開発した QAC は、放射線被曝を伴わずに上下顎骨の前後的位置関係を把握できる簡便な装置と考えられた。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 飯 田 順一郎

副 査 教 授 中 村 太 保

副 査 教 授 井 上 農夫男

学 位 論 文 題 名

放射線被曝を伴わない簡便な顎顔面形態計測装置の開発

審査は審査委員が一同に会して、口頭試問の形式によって行われた。まず申請者に論文の概要の説明を求めるとともに適宜解説を求め、次いでその内容および関連分野について試問した。

申請者からは以下のような内容についての論述がなされた。

(目的) 本研究の目的は、放射線被曝を伴うことなく簡便に上下顎骨の前後的位置関係を計測する装置を開発することである。

(方法) 本研究のために製作した顎関係計測装置 (Quick Angle Checker: QAC) について以下の検討を行った。

1. 精度および計測誤差の検討

QAC が顎関係計測装置として実用に耐えうるかどうかを調査するために、装置自体の計測精度の検証、安定した計測値を得るための軟組織に対する至適圧接力の検討、ならびに安定した計測値を得るための計測点の設定の検討を行った。

2. セファログラムと QAC の計測値の比較

QAC の計測値からセファログラムの計測値を推定する方法の検討として、成人 77 名を対象に QAC から得られた ANB 角とセファログラムから得られた ANB 角を比較検討した。QAC による ANB 角とセファログラムによる ANB 角の相関を調査するとともに、QAC の計測値からセファログラムによる ANB 角を推定する回帰方程式と決定係数 R^2 を求めた。

(結果と考察)

1. 精度および計測誤差の検討

QAC 本体の計測誤差はトレーシングにより生じる計測誤差とほぼ等しく、QAC の計測器自体が有する計測誤差は、従来用いられているセファログラム分析の方法が潜在的に有する計測誤差と同等のものであると判断された。

軟組織に対する至適圧接力の検討の結果、圧接力 300 g 以上では軟組織はほとんど変化せず、ANB 角の計測誤差としては最大 0.6° であることがわかった。

一方、被験者 77 名のセファログラムの ANB 角を 5 回計測したときの各被験者における誤差の

平均値は 0.63° 、標準偏差は 0.34° であった。このことから QAC を正確に顔面の 3 点に位置付けることができれば誤差はセファログラム分析において別々に 3 点をプロットするよりも小さくなる可能性が高いということがわかった。

さらに計測点の設定の検討として、N 点を 2 箇所設定したが、その結果 N 点を鼻根部の彎曲部の最陥凹点に設定するほうが、硬組織ナジオンに近似するとされる左右上眼瞼溝を結ぶ直線と正中線との交点を設定するよりも安定した計測値が得られた。これは計測者が同じ点をより正確に位置付けられることによるのではないかと考えられる。

以上の検討の結果、本装置は実用に耐えるものと判断された。

2. セファログラムと QAC の計測値の比較

QAC による ANB 角とセファログラムによる ANB 角の相関係数は $r=0.94$ であり $p<0.01$ で相関が認められた。また、QAC による ANB 角からセファログラムによる ANB 角を推定する回帰方程式は $y=0.93x-0.59$ 、決定係数は $R^2=0.89$ であった。

これより、本研究において導出されたこの回帰方程式を用いると変数の分散の 89% が説明されるものと理解される。

(結論) 本研究にて開発した QAC は、放射線被曝を伴わずに簡便かつ即時的に上下顎骨の前後的位置関係を把握できる簡便な装置と考えられた。

以上の論述に引き続き以下の項目を中心に口頭試問を行った。

1. 軟組織を圧接して計測する意義について
2. 圧接力の強さの妥当性について
3. 軟組織の厚みの個人差が計測値に与える影響について
4. 回帰方程式の信頼性を向上させる方法について
5. 本研究結果を得るまでに、他に試みた計測法について
6. 今後の装置の改良点ならびに本研究の展開について

これらの試問に対して申請者は明快な回答、説明を行った。

本研究は現在歯科矯正学の臨床において顎顔面骨格形態を把握するために用いられている頭部エックス線規格写真が潜在的に有する放射線被曝という欠点をなくし、正確に上下顎骨の前後的位置の計測を行う装置を開発したものである。開発した装置の有する誤差の大きさを従来の頭部エックス線規格写真分析法と比較検討し、有意差のないものであることを明らかにした上で、これまでに判断基準として用いられている頭部エックス線規格写真分析法における ANB 角を推定する回帰方程式を求めている。本研究で開発された装置及び計測法は、これまでは不正咬合を訴え来院した患者にしか適応できなかった頭部エックス線規格写真分析法とは異なり、広く疫学調査や検診にも使用することが出来ることから、歯科矯正学の発展に寄与するところが大きく高く評価できる。更に、試問の内容から、学位申請者は、関連分野にも幅広い学識を有していると認められたと同時に、今後も更に詳細な研究の準備を進めており、将来性についても評価された。よって審査担当者全員は、申請者は博士(歯学)の学位を授与される資格を有するものと認めた。