

学位論文題名

Kinematic Evaluation of Atlantoaxial Joint Instability : An In Vivo Cineradiographic Investigation

(環軸椎不安定症の動態学的評価：シネラジオグラフィーを用いた生体内研究)

学位論文内容の要旨

環軸椎不安定性を評価する最良の指標は可動域 (ROM) であると考えられているが、動的にその不安定性を評価する指標はない。本研究の目的は、正常および不安定で病的な環軸椎の動態解析を、シネラジオグラフィーを用いて行い、環軸椎不安定性を動的に定量化することを目的とする。12名の正常成人と15名の環軸椎亜脱臼症例の矢状面動態解析を、シネラジオグラフィーを用いて行った。C1-2矢状面回旋とC1並進と測定し、時間変位曲線を求めた。環軸椎亜脱臼症例全例、正常例7例で、その時間変位曲線は sigmoid 型であった。その sigmoid 型曲線において、急激に運動を開始する点が、屈曲、伸展双方において異なる肢位において生じることに着目した。屈曲運動の際、急激に運動を開始する点 (A 点) はより頸椎伸展位に位置し、伸展運動の際、それ (B 点) はより屈曲位に位置していた。屈曲、伸展運動におけるそれらの急激な運動を開始する点と点との差 (zone A-B) をもとめ、それを全環軸椎可動域により除したものを % zone A-B とし、正常例と環軸椎亜脱臼例において比較検討した。正常例において % zone A-B は $37.1 \pm 13.9\%$ 、環軸椎亜脱臼例においては $57.1 \pm 12.1\%$ であり、統計学的に有意差を持って環軸椎亜脱臼例が zone A-B が広がった。

生体外 (in vitro) における実験では、その標本の不安定性を評価する指標として、Panjabi により提唱された neutral zone が頻用されている。より不安定な標本では neutral zone は広がる。しかし、それは標本にある負荷をかけ、その結果生じる標本の変位を測定し、負荷変位曲線を求めることにより決定される指標であり、さまざまな因子が絡み合う生体内では測定は困難とされてきた。neutral zone と同様の性質を持つ zone A-B は、neutral zone の存在を初めて生体内で証明するものであり、これまで頻用されてきた不安定性のどの指標よりも、より包括的な環軸椎不安定性の評価を可能にする。

今後、この指標が臨床応用され、より厳格な手術適応の決定や環軸椎不安定症の病態分析などに極めて有用な指標となることが期待される。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 三 浪 明 男

副 査 教 授 杉 原 平 樹

副 査 教 授 安 田 和 則

学 位 論 文 題 名

Kinematic Evaluation of Atlantoaxial Joint Instability : An In Vivo Cineradiographic Investigation

(環軸椎不安定症の動態学的評価：シネラジオグラフィーを用いた生体内研究)

環軸椎不安定性を評価する最良の指標は可動域(ROM)であると考えられているが、動的にその不安定性を評価する指標はない。本研究の目的は、正常および不安定で病的な環軸椎の動態解析を、シネラジオグラフィーを用いて行い、環軸椎不安定性を動的に定量化することである。12名の正常成人と15名の環軸椎亜脱臼症例の矢状面動態解析を、シネラジオグラフィーを用いて行った。環椎(C1)・軸椎(C2)矢状面回旋とC1並進と測定し、時間変位曲線を求めた。環軸椎亜脱臼症例全例、正常例7例で、その時間変位曲線はsigmoid型であった。そのsigmoid型曲線において、急激に運動を開始する点が、屈曲、伸展双方において異なる肢位において生じることに着目した。屈曲運動の際、急激に運動を開始する点(A点)はより頸椎伸展位に位置し、伸展運動の際、それ(B点)はより屈曲位に位置していた。屈曲、伸展運動におけるそれらの急激な運動を開始する点と点との差(zone A-B)をもとめ、それを全環軸椎可動域により除したものを% zone A-Bとし、正常例と環軸椎亜脱臼例において比較検討した。正常例において% zone A-Bは $37.1 \pm 13.9\%$ 、環軸椎亜脱臼例においては $57.1 \pm 12.1\%$ であり、統計学的に有意差を持って環軸椎亜脱臼例のzone A-Bが広がった。

生体外(in vitro)における実験では、その標本の不安定性を評価する指標として、Panjabiにより提唱されたneutral zoneが頻用されている。より不安定な標本ではneutral zoneは広がる。しかし、それは標本にある負荷をかけ、その結果生じる標本の変位を測定し、負荷変位曲線を求めることにより決定される指標であり、さまざまな因子が絡み合う生体内では測定は困難とされてきた。Neutral zoneと同様の性質を持つzone A-Bは、neutral zoneの存在を初めて生体内で証明するものであり、これまで頻用されてきた不安定性のどの指標よりも、より包括的な環軸椎不安定性の評価を可能にする。

今後、この指標が臨床応用され、より厳格な手術適応の決定や環軸椎不安定症の病態分析などに極めて有用な指標となることが期待される。

この論文に対して、副査杉原教授より、1)環軸椎単椎間のみの分析であり、他椎間や頭位など

を勘案する必要はないか、との質問があった。これに対し、発表者は1)極めて重要なことであり、分析を進めているが、一論文に包括するには膨大な情報量となるため、今回の論文よりは割愛した旨回答した。副査安田教授よりは1)筋収縮の影響を勘案しているか否か、2)正常例のパターンは厳密に2つに大別してよいものか否かについて質問があり、発表者は1)筋電図を同時に記録しつつ、動態解析をする意義を回答し、また、2)正常例を便宜的に2つのグループに大別したのみであり、ひとつのそのグループの中間にあるものも存在しうる旨回答した。また、主査の三浪教授より1)測定誤差の問題、特に *interexaminer's error* について、2) *neutral zone* と *zone A-B* の *parameter* の違いをいかに考慮するか、3) *zone A-B* により手術適応を決定しうるか否かに関し、質問があり、発表者は1)今後の課題であること、2)根本的に違う事象であるが、その概念の相同性に関して今後も研究が必要なこと、3)あくまでも不安定性の一つの指標である旨、回答した。

この論文は、脊椎生体力学の生体内研究において、新たな視点を見出した研究であり、*Journal of Spinal Disorders* の *reviewer* や、その他の脊椎外科の研究者より高く評価され、多大な興味を示されている。今後、全頸椎動体内での *zone A-B* の意義や、その妥当性に関してより研究が進み、脊椎不安定性の研究に貢献することが期待される。

審査員一同は、これらの成果を高く評価し、申請者が博士(医学)の学位を受けるのに十分な資格を有するものと判定した。