

氏名(本籍)	下 <sup>しも</sup> 條 <sup>じょう</sup> 仁 <sup>ひと</sup> 士 <sup>し</sup> (茨城県)
学位の種類	博士(学術)
学位記番号	博乙第1646号
学位授与年月日	平成13年7月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
審査研究科	体育科学研究科
学位論文題目	アメリカンフットボール選手の頸椎アライメント変化と動作解析に関する研究
主査	筑波大学教授 医学博士 宮 永 豊
副査	筑波大学教授 宮 丸 凱 史
副査	筑波大学教授 村 木 征 人
副査	筑波大学教授 医学博士 高 井 省 三
副査	筑波大学教授 医学博士 宮 本 信 也

## 論文の内容の要旨

### 1. はじめに

頸椎、頸髄損傷は一度発症すると永続的な四肢麻痺となる可能性が高い。アメリカンフットボール活動そのものが頸椎の変化にどのような影響を与えるのかを縦断的に追跡する意義は医学的にはもちろんのこと体育学的にもきわめて高いため本研究がおこなわれた。

### 2. 頸椎のX線学的研究

#### (1) 頸椎のアライメントの縦断的变化

アメリカンフットボール活動によって引き起こされる頸椎X線像の変化を縦断的に観察した。対象は1990年から1994年の間に筑波大学に入学し、4年間アメリカンフットボール部に所属し、頸部筋力や身体測定データのそろった選手71名である。対象は、アメリカンフットボールを入学後に初めて開始した男子学生である。

方法は毎年1回実施された頸椎X線を評価することと、頸部痛に関する調査を行った。その結果、4年間のアメリカンフットボール活動によって頸椎のアライメントが変化した選手は71名中37名(52.1%)であった。前弯の割合は、ライン群の1年次が56.7%から4年次には38.0%に有意減少した。1年次の頸椎のアライメントが後弯やS字状を示した選手は、4年間にそれぞれ100%、70.0%の頻度で頸部痛を経験していた。

#### (2) 頸椎の変性所見と狭窄症

X線上変性変化(骨棘, すべり)がC3/4, C4/5を中心とした部位に高学年になるほど多く観察された。脊椎管狭窄を呈した選手は13名(18.3%)であり、このうち9名(69.2%)が頸部傷害を引き起こした。また、一過性四肢麻痺をおこした選手が4名いた。

同じスポーツ環境下の集団の頸椎X線を4年間にわたり縦断的に経過観察した研究は過去にはなく、アメリカンフットボール活動によって頸椎のアライメントは変化する事が初めて判明した。もともとの頸椎アライメントが後弯やS字状であり、脊柱管狭窄もある選手は重大な頸部傷害を引き起こしやすい。

### 3. 頸部筋力の研究

次に、同じ対象のアメリカンフットボール選手の頸部筋力が経時的にどのように変化していくのかを検討し、頸

部外傷の有無や頸椎アラメント変化との関係を調査した。

その結果、4年間の間に頸椎アラメント変化が52.1%の選手に認められたが、明らかな外傷の有無との関係は認められなかった。また、アラメントが前弯から変化した群（前弯消失群）の頸部屈曲力/伸展力比の増加率は20.5%で無変化群のそれは0.9%となり筋力の屈曲力・伸展力比の変化が頸椎のアラメント変化と関連があると思われた。

アメリカンフットボールの活動によって頸椎のアラメント変化が出現することが判明したは、これは頸部に受けた直接の外傷や繰り返す微小外力だけではなく頸部筋力比の変化や深頸筋群の筋肥大などが関与していると推測された。

#### 4. 頸椎の運動学的研究

最後に頭部コンタクト時の頸椎の動作解析をおこなった。その結果、(1) コンタクトにより上位頸椎から順に動き始めること、(2) 頭部を挙上した伸展位で衝突した場合、C2/3は衝突の直前からフィードフォワード的に屈曲方向に回転する一方でC3/4は逆に伸展位方向に回転すること（C3/4のparadoxical movement）、(3) 筋電図上、頸部の屈筋群は衝突の直前から、伸筋群はセットアップの時点から収縮しており、衝突の瞬間から同時収縮を開始することなどが判明した。

これらの結果、アメリカンフットボールにおけるコンタクトの際、頸部周囲筋群は同時収縮することにより頸椎柱を短縮させる軸圧として働き、頸椎列を安定化させていると考えた。さらに、解剖学的に頭部とC1、C2は強力な後頭下筋群（頭板状筋など）、頸半棘筋で胸椎上部にアンカーされており、頸椎のさまざまな形態学的な異常はC3/4を中心とする頸椎に好発すると考えた。

#### 5. 現場への提言

##### (1) 適切なコンタクト姿勢

スピアリングタックルとは、頭頂部からロケットのように相手にアタックするタックルのことで、頸椎には大きな軸圧がかかり、最も重大な事故が発生しうる危険な技術である。この軸圧の力は、頸部の筋収縮などで吸収するのは困難である。したがって、コンタクト技術を指導するときには、顔面を挙げて軸圧を防ぐことに加え、顎を引いた状態で胸鎖乳突筋を屈曲方向へ作用させ、前方からの外力による頸椎過伸展を防ぐということを考慮すべきである。また頸部に関しては、上記のようなコンタクト姿勢を習得させることが指導上重要なポイントであるが、ヘッドファーストコンタクトにならないように、コンタクトにおける上肢の使用を重視して指導することが頸部傷害を予防する上で最も重要である。

##### (2) 筋力強化について

頸部の筋力強化が必要なのは当然のことであるが、頭頂部からコンタクトした場合、最大で約600kg（約5880N）の力がかかってくる。したがって、頭部から繰り返しコンタクトすれば変形性変化の発生は予防しようがないと考える。われわれの調査では頸部筋力と頸部捻挫発生率の間には何の関係も見出だせなかった。したがって、頸部筋力強化は必要条件でしかありえない。予防には、コンタクト技術の改善、全身のパワーアップの必要性、ゲームの状況判断能力の向上、ポジションの対策など総合的に考えなければならない。

したがって、まず頸部周囲径を増大することで頸部の衝撃吸収作用を強化することが必要である。つぎに頭部と体幹をワンピースに固定するための僧帽筋の強化が重要である。

また、頸椎の動作解析実験の結果から、形態学的に頸椎のアライメント異常をしめす選手には頸椎損傷の危険性が增大することが考えられるので、頸部屈筋力と伸展筋力の比が0.7前後に目標に置きトレーニングすることが望ましいと考えた。

##### (3) 定期的なメディカルチェックの必要性

Torg他はコンタクトスポーツにおいて、頸椎損傷や頸髄損傷などの頸部外傷が発生する危険因子として、1) 先天的もしくは後天的な脊柱管狭窄症や、2) 頸椎の前弯の消失や後弯があるもの、3) 頸部外傷の既往症があり、頸椎の異常が存続しているもの、4) 頭部からコンタクトするいわゆる‘スピアリング’の習慣が身に付いてしまっているものを挙げている。アメリカンフットボール選手の頸椎アライメントは経時的に変化していくことや、頸椎変形性変化が脊柱管の二次的狭窄や椎間孔の狭小化につながり、脊髄症や神経根症を引き起こす可能性があることから、X線学的調査を含む定期的なメディカルチェックを行うことが必要と思われる。

## 6. 本研究の特徴

### (1) 縦断的に多角的なデータを収集できた。

本研究の対象群は定期的なX線検査と筋力測定、メディカルチェックなどに全員が参加でき、縦断的なデータを収集することができた。4年間にわたり、縦断的に頸椎の形態異常を多角的にとらえた報告は過去に例はない。これには、ひとりのチームドクターが学生トレーナーやレントゲン技師やコーチとともに長期にわたり毎年、同じ時期に同じ形式でデータを収集できたため可能となった。

### (2) 調査目的のための理想的な対象が得られた。

アメリカンフットボール活動そのものの頸部に対する影響を知るには、初めてアメリカンフットボールを開始した集団のデータが理想的である。その意味で本調査の対象は全員が大学入学後にアメリカンフットボールを始めた集団であり理想的であった。米国のアメリカンフットボール選手は、幼少時期からフットボールに慣れ親しんでおり、本調査のような対象はかえって獲得しにくいと思われる。

### (3) 頸部筋力の定量的な測定が、初めて可能になった。

当時は頸部筋力を定量的に測定する器機は存在せず、ヘルメットを改良してサイベックス等速性筋力測定器を取り付けるなど苦勞を重ねた。このようなときに現場で簡便にしかも再現性もよく正確に頸部等の筋力を定量化できる機器を入手でき、初めて頸部筋力を定量化するのに成功した。このことで縦断的な筋力の変化を追跡してみるとやはり、頸椎のアライメント変化などの形態学的変化には筋力の相対的な変化、すなわち頸部の屈曲力が伸展力に対して相対的に強化されることが重要な役割を果たしていると確信するに至った。

### (4) コンタクト時のダイナミックな頸椎の動作分析に初めて成功した。

コンタクトの瞬間の頸椎のダイナミックな挙動を観察するのに成功した。われわれの実験と同時に起こった自動車の追突模擬実験では、アメリカンフットボールとは逆に頸椎は下位椎体から押し上げられるように順に上位椎体に変化していくことが判明した。この二つの事実は大変興味深いことで、自動車事故などでの頸椎の損傷部位が中位から下位椎体に多いのに対して、アメリカンフットボールではこれよりも上位から中位椎対に形態異常が生じることが証明できたことになる。

### (5) アメリカンフットボール活動の頸部に関する多角的な要素の相互関係を明らかにできた。

アメリカンフットボール活動が頸椎の形態学的な変化（アライメント）にあたえる影響を、縦断的なX線分析、筋力分析から統計学的に検討できた。すなわち、アメリカンフットボール活動経験年数が増えるほど頸部筋力の屈曲、伸展比は変化し、X線上の変形性変化の出現頻度が上昇した。また、脊柱管狭窄症などの個体差が、これらの要素にからみあって総合的にアライメントに影響を与えていることを初めて明らかにできた。

## 審 査 の 結 果 の 要 旨

アライメントの変化がポジションによって異なることの説明を加えることや動作解析の妥当性・信頼性の確認、静的アライメントと動的アライメントの違いについての確認が求められた。また、筋力アップの善悪をどのように結論つけたらよいかについての議論があった。本研究は頸椎の経年的な変化や筋力トレーニング、プレー方法

に関する新知見が独創的なアプローチによって得られた点がすぐれていると評価され、現場の指導や健康管理などに有用な示唆を与えることが認められた。

よって、著者は博士（学術）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。