

コリジョンスポーツにおける至適な頸部周囲筋力と 頸椎アライメントの解明:重症頭頸部外傷を予防するために

宮崎大学 田島卓也
(共同研究者) 同 山口奈美
同 黒木修司
同 森田雄大
同 帖佐悦男

Analysis of Suitable Cervical Spine Alignment and Muscle Strength Around The Neck of Collision Sports Players – To Prevent The Severe Head and Neck Injuries

by

Takuya Tajima, Nami Yamaguchi,
Syuji Kurogi, Yudai Morita, Etsuo Chosa
*Division of Orthopedic Surgery,
Department of Medicine of Sensory and Motor Organs,
Faculty of Medicine, University of Miyazaki*

ABSTRACT

Severe head and neck injuries occasionally occur in collision sports such as Judo or Rugby football. Degenerative changes in the cervical spine including abnormal alignment, spur formation and disc space narrowing are risk factors for severe injuries. It is also well known that neck muscle strength is one of the important factors for the prevention of severe injuries and degenerative disorders. The aim of this study future was to assess the relationship between the neck muscle strength and radiographic findings of the cervical spine among collision sports players. We hypothesized that poor

muscle strength and unbalanced neck muscle flexion/extension strength ratio maybe associated with degenerative cervical findings. 168 judo-players (22-32 years old) and 203 rugby football-players (18-30) underwent neck extension and flexion muscle strength measurement, and 55 judo-players and 58 rugby players underwent cervical radiographical examination. Cervical alignment was classified as normal, straight, kyphosis, and sigmoid according to the Borden & Reichtman method. Disc space narrowing and spur formation were also measured according to the Kondo method and the Nathan classification. Height, weight, neck flexion and extension strength, flexion/extension ratio of the judo group were higher than that of the rugby group with statistical significance. However, there were no significant difference of result/weight value (Judo: flexion;2.39N, extension;3.38N, ratio;0.71, Rugby: flexion;2.37, extension;3.41, ratio; 0.70). In Judo group, sigmoid deformity group ($420 \pm 50.2\text{N}$) showed significantly higher neck extension strength compared with normal group ($331.7 \pm 48.4\text{N}$, $p < 0.05$). At the factor of flexion/extension muscle strength ratio, straight (0.67) and kyphosis (0.63) group showed significantly lower value compared with normal group (0.78, $p < 0.05$) in Judo. In Rugby group, the presence of spur formation group (0.54) showed lesser flexion/extension muscle strength ratio compared with normal group (0.68), significantly ($p < 0.05$). Neck muscle strength is one important factor to prevent and reduce the severe neck injury or cervical spine abnormal findings. From this study, not only the value of muscle strength, but also the flexion/extension ratio provide important contribution for these findings. Lower flexion/extension neck muscle strength ratio is one of the risk factors of cervical spine issues for collision sports players.

要 旨

コリジョンスポーツ選手においては頸椎の退行変性をきたすことがあり、変性が進行すると頸髄損傷などの重大事故につながる危険性も示唆されている。頸椎退行変性とくにアライメント異常には頸部周囲筋力バランスが関与していることも報告されている。コリジョンスポーツ選手の頸椎退行変性予防さらには重症頸椎頸髄損傷予防を目的とし、頸部屈曲・伸展筋力バランスの異常が頸椎退行変性やアライメント異常に関与していると仮説のもと柔道選手及びラグビー選手の頸部周囲筋

力と頸椎レントゲンの関連を解析した。対象はメデイカルチェック時に頸部周囲筋力測定を実施した柔道選手168名(22-32歳)、ラグビー選手203名(18-30歳)であり、このうち頸椎レントゲン検査を受けたのは柔道群55名、ラグビー群58名であった。身長・体重・頸部屈曲筋力・伸展筋力および屈曲/伸展筋力比とも柔道群が有意に大きかったが、体重比は両群間に有意差はなかった。頸椎アライメントにおいては正常群と前弯消失群、後弯変形群の筋力測定値に関連は認めなかったが柔道群においてS状変形群の伸展筋力が有意に大きかった(正常群： $331.7 \pm 48.4\text{N}$, S状変形群：

420±50.2 N, $p<0.05$). 屈曲/伸展筋力比では柔道群の前弯消失群 (0.67), 後弯変形群 (0.63), およびラグビー群の椎間腔狭小化有り群 (0.54) において正常群 (柔道:0.78, ラグビー:0.68) と比較し有意に低下していた ($p<0.05$). 屈曲/伸展筋力比ひいては相対的な屈曲筋力の低下が柔道におけるアライメント異常およびラグビーにおける椎間腔狭小化に関与している可能性が示唆された.

緒言

ラグビーフットボール (以下ラグビー) や柔道は格闘技性の強いコリジョンスポーツであり, 時に頭頸部の重症外傷が生じることがある^{1,2)}. ラグビーにおいてはタックル, ラック, スクラム, モールなどのラグビー特有の動作で生じることがあり, 柔道では投げ技, 巻き込み技などで生じるとされている. 重症事故を予防する対策としては競技団体において各種安全対策講習会の開催・啓発や重症事故予防のためのルール変更などの対策が講じられているが, 重症事故は残念ながら未だ撲滅には至っていない. 一方, 選手側の安全対策としてはスキルの向上や頸部周囲筋の鍛錬などが報告・推奨されている³⁾. 過去には競技単独での選手のメディカルチェック報告や頸椎レントゲン検査を用いた競技特異性による頸椎退行変性の報告は多く³⁻⁸⁾, ラグビーやアメリカンフットボールではスクラムやタックルなど衝突を繰り返す動作により椎間板変性, 骨棘形成, アライメント異常などをきたすことが知られている⁹⁾. さらに, これらの変性が進行すると頸髄損傷などの重症事故につながる危険性も示唆されている⁹⁾. また, 頸部周囲筋力とくに頸部伸展・屈曲バランスについては, 下條らは頸部屈曲/伸展比が0.7前後が望ましいと報告し¹⁰⁾, 月村らは1を超えるると頸椎の後弯変形が生じる傾向にあり0.87~0.89程度のバランスが望ましいと報告している¹¹⁾. また, 衛藤らは頸椎頸髄損傷は頸椎屈曲姿勢での受傷が多

いため後弯変形を生じさせないために頸部伸展筋力優位のバランスおよびアライメント矯正が必要であるとしている¹²⁾. しかしながら筋力の絶対値, 体重比, 伸展/屈曲筋力比と頸椎レントゲン所見との関連性に関する報告はほぼ見られず, どのくらいの筋力を獲得すれば頸椎レントゲン所見における退行変性やアライメント異常の予防について十分と言えるのかは未だ不明である.

我々は過去20年近く宮崎県内の大学医学部ラグビー選手および実業団チームの柔道選手のメディカルチェックを実施しデータを蓄積してきた. 今回は, コリジョンスポーツにおける横断的な安全対策としての頸椎退行変性予防および頭頸部重症事故予防に繋げていくことを目的とし, 頸部周囲筋力の低値や頸部屈曲・伸展筋力バランスの異常が頸椎退行変性やアライメント異常に関与していると仮説を立てた. ラグビー選手および柔道選手のメディカルチェックによって得られた頸部周囲筋力測定値, 頸部屈曲・伸展筋力バランスおよびレントゲン検査の所見について解析し, コリジョンスポーツ選手の頸椎退行変性・アライメント異常の予防に至適な頸部周囲筋力について, 屈曲/伸展筋力比の解明をおこなう. また, 同じコリジョンスポーツという範疇であるが競技特異性があると仮定しラグビーと柔道の競技間の比較をおこなった.

1. 研究方法

当科でメディカルチェックを実施した宮崎県内の大学医学部およびクラブチーム (実業団, 企業含む) のラグビー選手および柔道選手を対象とした. 頸部周囲筋の測定はマイクロFET/パワートラック MMT (Hogan Health Industrie 社) を用いて計測した (図1A). 被検者はベッドに横臥し頸部のみをベッドの端より出して自由に頸部の伸展・屈曲ができるようにし検者が額部もしくは後頭部にトランスデューサーを垂直に当てて計測した.



図1 A. 頸部周囲筋力測定機器. B. 頸部屈曲筋力測定. C. 頸部伸展筋力測定
頸椎レントゲンの評価法. D. アライメント判定. E. 椎間腔狭小化判定

頸部以外の筋力の影響が出ないように計測時には助手が肩部を押さえた(図1B, C). 計測は5秒間持続の筋力測定を4回おこない, 最高値を計測値とした. なお, 4回の結果の中でばらつきがある場合にはコンピューターが警告をおこない, 再検査となる. 再検査では逸脱した値のみが削除され, 追加の筋力測定が初回検査と同様に実施した. 頸部周囲筋力測定は年1回のメディカルチェック時には毎回実施しており, 同時に身長・体重測定もおこなっている. 頸部周囲筋測定は同一検査者が測定している. 頸部伸展及び屈曲筋力の絶対値, 体重比さらには屈曲筋力/伸展筋力比を算出する. 得られたデータをラグビー選手群と柔道選手群で比較検討した.

頸椎レントゲン検査はメディカルチェックの初回時におこなった. 基本的に6方向での撮像をおこなうが, 今回は立位での中間位側面像を評価の対象とした. 頸椎レントゲン検査の評価項目としては

①Borden & Rechtman法¹³⁾を用いた頸椎アラ

イメント評価:第2頸椎(C2)後縁と第7頸椎(C7)椎体後下縁を結ぶ直線に対して最も弯曲が大きい距離を測定. 正常(normal), 前弯消失(straight), 後弯変形(kyphosis), S状変形(sigmoid)に分類(図1D)した.

②近藤法¹⁴⁾を用いた椎間腔狭小化の評価:椎間腔の前部・中部・後部の高さの和の1/3が隣接椎間腔の値より1mm以上小さい場合を椎間腔狭小化有りと判断(図1E)した.

③椎体骨棘形成はNathanの分類法¹⁵⁾に準じて椎体の骨棘の有無を評価した. なお, 椎体前縁, 後縁, 上縁, 下縁のいずれかにGrade.1以上のものが認められた場合に骨棘ありと判断した.

なお, ②③については同一被検査者でも複数高位に所見があるものも含まれる. 有病者数ではなく各椎体, 椎間腔における病変数をカウントした. 例えば被検査者1名のC4, C5に病変がある場合にはC4, C5に数を各々組み入れた.

統計ソフトはBellCurveエクセル統計を用い, 競技別の各アライメント分類結果に対する筋力

値、屈曲/伸展筋力比および頸椎退行変性（骨棘形成、椎間腔狭小化）の有無し群に対する筋力値、屈曲/伸展筋力比をMann-Whitney U testを用いて統計処理をおこない危険率5%未満を有意差ありとした。

アライメント分類のカテゴリカルデータの検定は2×2 chi square testを用いて統計処理をおこない、危険率5%未満を有意差ありとした。

2. 結果

当科でのメディカルチェックにて頸部周囲筋測定を実施したコリジョンスポーツ選手の件数はのべ371件であった。このうち柔道選手は168件であり、ラグビー選手は203件であった。平均身長、体重、年齢は表1のとおりであり柔道選手の方が有意に身長、体重が大きく、年齢が高かった。全

表1 本研究の対象

	柔道 (n=168)	ラグビー (n=203)	significance
身長(cm)	176.7(164-189)	171.9* (160-193)	* $p < 0.05$
体重(kg)	99.9 (75-145)	72.9** (60-101)	** $p < 0.01$
年齢(才)	25.8 (22-32)	22.6* (18-30)	* $p < 0.05$

Mann-Whitney U test, p value was set au at 0.05

体の頸部屈曲筋力(N)の平均値は197.2、伸展筋力は289.1、屈曲/伸展筋力比は0.68であった。柔道群とラグビー群で比較すると屈曲筋力、伸展筋力および屈曲/伸展比のいずれも絶対値では柔道群のほうが有意に大きかった。しなしながら体重比換算するといずれも有意差は認めなかった(表2)。

メディカルチェックの際に頸椎レントゲン検査を施行し判定可能であったものは柔道群は55件、ラグビー群は58件の合計113件であった。このうち、頸椎側面像でのアライメントが正常であったのは36件(柔道群22、ラグビー群14)、前弯消失・直線が55件(柔道群23、ラグビー群32)、後弯変形は17件(柔道群7、ラグビー群10)、S状変形は5件(柔道群3、ラグビー群2)であった。競技別の発生率に有意差は認めなかった(表3)

椎間腔狭小化は複数高位を認める症例も存在したが、C4/5、C5/6に多く認め、特にラグビー群で多く見られた(図2)。椎体骨棘形成も同様で複数高位に存在する症例も多かった。高位としては柔道群、ラグビー群ともC4、C5、C6に多く見られた(図3)。

表2 頸部周囲筋力の結果

	総数 (n=371)	柔道 (n=168)	ラグビー (n=203)	significance
頸部屈曲(N)	197.2 ± 78.4	238.9 ± 75.2	172.7 ± 62.7**	** $p < 0.01$
頸部屈曲(体重比)		2.39	2.37	NS
頸部伸展(N)	289.1 ± 83.6	338.1 ± 78.6	248.5 ± 63.6**	** $p < 0.01$
頸部伸展(体重比)		3.38	3.41	NS
屈曲/伸展比(絶対値)	0.68	0.71	0.65*	* $p < 0.05$
屈曲 / 伸展比(体重比)		0.71	0.7	NS

Mann-Whitney U test, p value was set au at 0.05, NS: not significant

表3 頸椎アライメント異常の結果

	総数 (n=113)	柔道 (n=55)	ラグビー (n=58)	p value
normal	36(31.9%)	22(40.0%)	14(24.1%)	0.07
straight	55(48.7%)	23(41.8%)	32(55.2%)	0.16
kyphosis	17(15.0%)	7(12.7%)	10(17.2%)	0.5
sigmoid	5(4.4%)	3(5.4%)	2(3.4%)	0.6

2×2 chi-square test with Fisfers test



図2 椎間腔狭小化の有無および高位の結果. C4/5, C5/6に多く認められる

	Total (n=113)	柔道 (n=55)	ラグビー (n=58)
C2/3	0	0	0
C3/4	6	3	3
C4/5	16	2	14
C5/6	21	9	12
C6/7	4	0	4



図3 椎体骨棘の有無および高位の結果. C5, C6に多く認められる

	Total (n=113)	柔道 (n=55)	ラグビー (n=58)
C2	0	0	0
C3	1	1	0
C4	16	8	8
C5	35	15	20
C6	25	8	17
C7	4	2	2

レントゲン所見と頸部周囲筋力の比較をおこなった。柔道群においてはアライメント異常と頸部屈曲筋力値との関連は認めなかったが、頸部伸展筋力値は正常群と比較してS状変形群が有意に

大きかった(図4A)。屈曲/伸展筋力比は正常群に比較して前弯消失・直線群および後弯変形群のほうが有意に低かった(図4B)。椎間腔狭小化および骨棘形成と頸部周囲筋力値、屈曲/伸展筋力

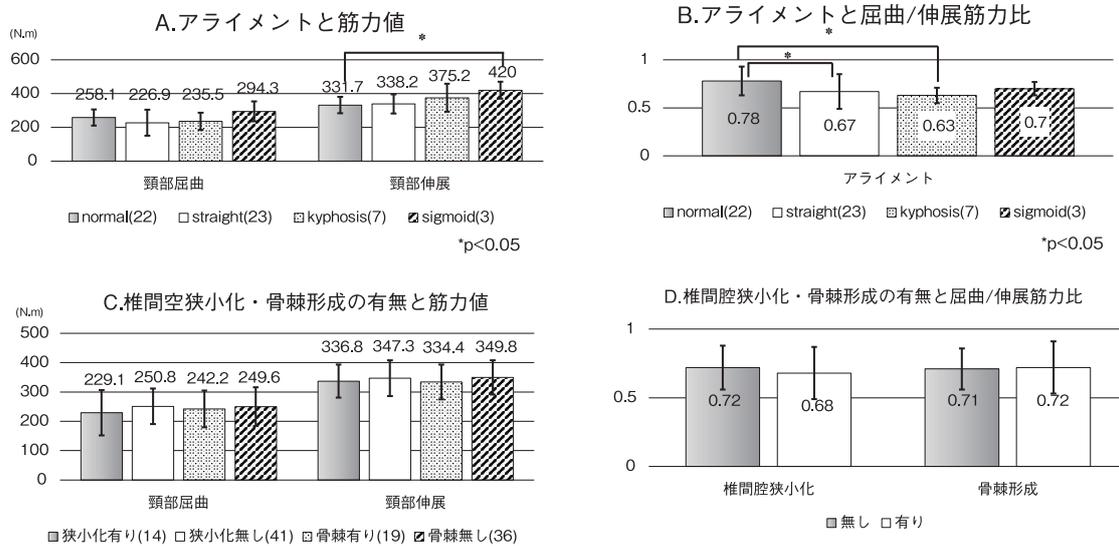


図4 柔道選手の頸椎レントゲン所見と頸部周囲筋力の関連
 正常群と比較してS状変形群は有意に伸展筋力が大きい。
 正常群と比較して前弯消失・直線群および後弯変形群は有意に屈曲/伸展筋力比が小さい

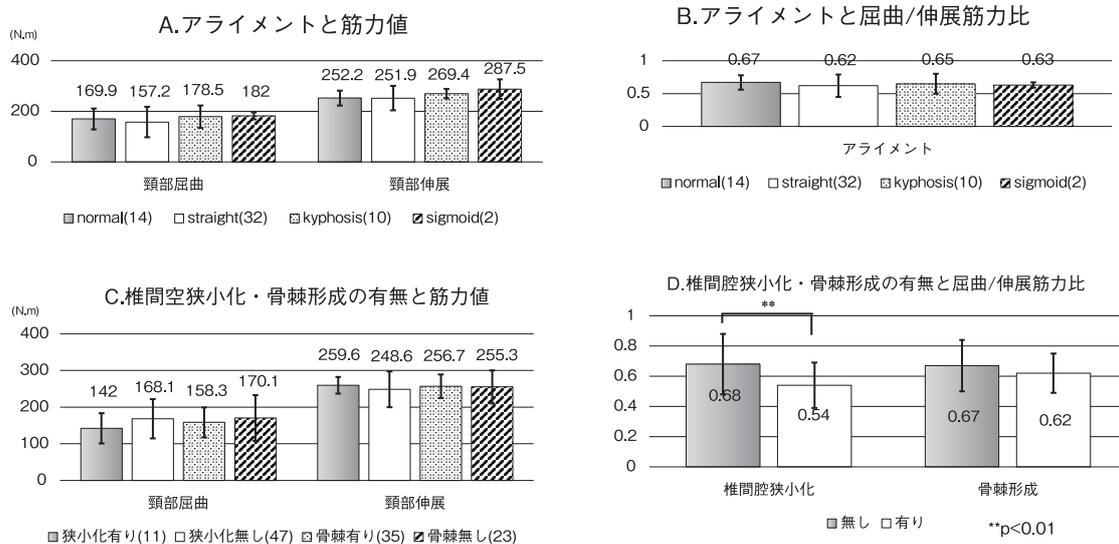


図5 ラグビー選手の頸椎レントゲン所見と頸部周囲筋力の関連
 正常群と比較して骨棘形成有り群は有意に屈曲/伸展筋力比が小さい

比には有意な相関はなかった(図4C, D)。ラグビー群においてはアライメント異常と頸部屈曲筋力値、伸展筋力値、および屈曲/伸展筋力比に有意な相関はみられなかった(図5A, B)。椎間腔狭小化の有無および骨棘形成の有無と頸部屈曲筋

力値、伸展筋力値にも有意な相関は認めなかった(図5C)。一方、椎間腔狭小化を認める群において屈曲/伸展筋力比が有意に低下していた(図5D)。

3. 考 察

柔道やラグビーにおいては頭頸部外傷に起因する重症事故の発生も報告されており²⁾、頸椎過屈曲および回旋ストレスによるものが多いとされている。これらのコリジョンスポーツ選手においては頸椎のアライメント異常や退行変性所見も見られるとの報告も多い³⁻⁸⁾。頸部周囲筋力や頸部屈曲/伸展筋力比については、過去には0.7前後¹⁰⁾や0.87-0.89程度¹¹⁾のバランスが望ましいと報告されている。衛藤らは頸椎頸髄損傷は頸椎屈曲姿勢での受傷が多いため後弯変形を生じさせないために頸部伸展筋力優位のバランスおよびアライメント矯正が必要であるとしている¹²⁾。また、柔道選手は受け身によって頸部屈筋群が、ラグビーにおいてはhead upによって頸部伸展筋群が発達しているとの報告もある¹⁶⁾。今回の結果より絶対値においては屈曲筋力値、伸展筋力値、屈曲/伸展筋力比では柔道選手の方がラグビー選手と比較して有意に大きかった。しかしながら体重当たりの値では有意差はなく、屈曲/伸展筋力比も0.7であり体重当たりの筋力値自体は柔道選手、ラグビー選手とも十分に獲得できていることと思われた。

一方、レントゲン所見では柔道、ラグビーとも高率に前弯消失が見られ、後弯変形やS状変形なども散見され、過去の報告と同様¹¹⁾にコリジョンスポーツ選手においては頸椎アライメント異常が多くみられることが判明した。さらに椎間腔狭小化や椎体骨棘形成も中下位頸椎を中心に多く見られ、これもコリジョンスポーツ選手の特徴であると言えよう。

レントゲン所見と頸部周囲筋力の解析ではアライメントにおいて、頸部伸展筋力が大きい程、後弯変形やS状変形が生じる傾向があった。特に柔道においてはS状変形群において正常群と比較し有意に伸展筋力が大きかった。一方、頸部屈曲筋

力は正常群と各アライメント異常群との間に有意差は認めなかった。椎間腔狭小化の有無と骨棘形成の有無には頸部周囲筋力値自体の関連は認めなかった。一見すると強すぎる頸部伸展筋力がアライメント異常と関連しているように見受けられる。しかしながら、頸部周囲筋のバランスの指標である屈曲/伸展筋力比で解析すると、柔道においては前弯消失群と後弯変形群が、ラグビーにおいては椎間腔狭小化を有する群が正常群と比較して有意に屈曲/伸展筋力比が低かった。屈曲/伸展筋力比が小さいという事象は分子である屈曲筋力の低値あるいは分母である伸展筋力の高値を意味する。このことより単純な筋力の測定値ではなく、屈曲筋力と伸展筋力のアンバランスが頸椎のアライメントや退行変性発生に関与している可能性があることを示唆している。なお、下條らの報告では0.7がバランスがよいとされているが、今回の結果からもレントゲン所見でアライメント異常や退行変性が見られない所謂正常群では屈曲/伸展筋力比は0.67-0.78であり、下條らの結論とおおよそ同等であった。

コリジョンスポーツでは頭頸部の衝突を繰り返す動作により頸椎退行変性、アライメント異常などをきたすことが知られており、椎間板変性に続発する椎間板ヘルニア、骨棘・Hard discなどによる脊髄の圧迫なども懸念される⁹⁾。これらの物理的圧迫要素が存在すると脊柱管狭窄をきたし比較的軽微な外力でも頸髄損傷などの重症事故につながる危険性も示唆されている¹⁷⁾。コリジョンスポーツにおける頸髄損傷は単発の外力で発生するが、アライメント異常や頸椎退行変性、椎間腔狭小化などのリスクファクターを把握し抑制することが重要となる¹⁸⁾。今回の結果より屈曲/伸展筋力比の低値が柔道におけるアライメント異常、ラグビーにおける椎間腔狭小化に有意に関連していた。

頸部周囲筋力向上は頸椎損傷の発生を抑制する

可能性があるとする報告⁶⁾があるが、単に筋力向上のみを目指すのではなく、頸髄損傷のリスクファクターにもなり得る頸椎アライメント異常や頸椎退行変性を生じさせないために屈曲/伸展筋力のバランスを考慮したトレーニングをおこなうことが肝要である。

4. 結 語

柔道選手およびラグビー選手の頸部周囲筋力測定および頸椎レントゲン検査をおこない、筋力および屈曲/伸展筋力比がレントゲン所見異常に及ぼす関連性について検討した。屈曲/伸展筋力比の低値が柔道におけるアライメント異常、ラグビーにおける椎間腔狭小化に有意に関連していた。頸部周囲筋力トレーニングの際には脊髄損傷のリスクファクターでもあるアライメント異常や頸椎退行変性を生じさせないために屈曲/伸展筋力比を考慮することが重要であると考えられた。今回はメディカルチェック時の検査結果を用いた横断的調査であるが、今後は同一被験者の経時的、縦断的な調査を行い、筋力バランスとレントゲン所見の推移を検証してアライメント異常や頸椎退行変性の予防につなげていくことが肝要である。

謝 辞

本研究は2019年度公益財団法人石本記念デサントスポーツ科学振興財団の研究助成金の助成を受けて実施されたものであり、ここに感謝の意を表する。

文 献

- 1) 藤谷博人, 重症頭頸部外傷事故の疫学と発生機序, 脊髄脊椎, 17: 1129-1132 (2004)
- 2) 重森裕ほか, 学生柔道における重症頭頸部外傷の特徴と予防対策の検討, 神経外傷, 35: 106-111 (2012)
- 3) 田島卓也, 田島直也, 帖佐悦男, 園田典生, 樋口潤一, 医学部ラグビー部員の頸椎変化, 整スポ会誌, Vol.19, No.1: 63-68 (1999)
- 4) 田島卓也, 田島直也, 帖佐悦男, 園田典生, 樋口潤一, 医学部ラグビー部員の頸椎変化(第1報): 初心者における1年間での変化, 整スポ会誌, 20, No.1: 92-97 (2000)
- 5) 田島卓也, 田島直也, 帖佐悦男, 園田典生, 樋口潤一, 医学部ラグビー部員の頸椎変化: 初心者における2年間での変化, 九・山スポ学会誌, 12: 86-91 (2000)
- 6) 田島卓也, 田島直也, 帖佐悦男, 園田典生, 山本恵太郎, 医学部ラグビー部員の頸部周囲筋力, 日本臨床スポーツ医学会誌, 10, No.3: 490-494 (2002)
- 7) 田島卓也, 帖佐悦男, 河原勝博, 山口奈美, 中村嘉宏, ラグビー選手における頸椎退行変性の予防-頸部体幹コアトレーニング導入の効果-, 整スポ会誌, 34, No.1: 80-84 (2014)
- 8) 真木伸一ほか, 大学2部アメリカンフットボール部チーム新入生の頸椎X線所見-9年間の調査報告, 日本臨床スポーツ医学会誌, 22: 75-79 (2014)
- 9) 天野国明ほか, 頸椎症性脊髄症・神経根症からのスポーツ復帰-ラグビー選手を中心に-, 脊椎脊髄ジャーナル, 31, No.3: 199-207 (2018)
- 10) 下條仁士ほか, アメリカンフットボールの頸部障害について, 臨スポーツ医, 12: 93-103 (1995)
- 11) 月村泰規ほか, アメリカンフットボール及びラグビー選手における頸椎X線所見と頸部筋力との関連-経時変化, 整スポ会誌, 22: 178-184 (2002)
- 12) 衛藤正雄ほか, 医学部ラグビー部員の頸椎メディカルチェックと安全対策, 整スポ会誌, 25: 246-251 (2005)
- 13) Borden A.G.B. et al., The normal cervical lordosis, *Radiography*, 74: 806-809 (1960)
- 14) 近藤惣一ほか, ラグビーにおける頸部外傷, 障害-とくにX線学的所見を中心に-, 整スポ会誌, 10: 45-53 (1991)
- 15) Nathan H., Osteophytes of the vertebral column, An anatomical study of their development according to age, race, and sex with considerations as to their etiology and significance, *J. Bone Joint Surg. Am.*, 44-A: 243-268 (1962)
- 16) 濱田麗, 江川陽介, 金岡恒治, 柔道選手とラグビー選手の頸椎アライメント解析, 整スポ会誌, 39, No.3:332-335 (2019)
- 17) 月村泰規, コンタクトコリジョンスポーツにおける一過性四肢麻痺とスポーツ復帰, 脊椎脊髄ジャーナル, 31.No.3:173-180 (2018)
- 18) 松本守雄, 戸山芳昭, 阿部均, コンタクトスポー

ツによる頸椎・頸髄損傷—アメリカンフットボールとラグビーを中心に—, *MO Orthop*, 全日本病

院出版会, **19**, No.9:59-64 (2006)