

慢性関節リウマチ環軸椎垂直性亜脱臼のMRIを用いた計測法

著者	金 成柱
学位授与機関	Tohoku University
URL	http://hdl.handle.net/10097/54963



研究報告

慢性関節リウマチ（RA）は全身関節に炎症
をきたす慢性の進行性、重症の **博士論文** である。

本邦の慢性関節リウマチ患者は、その
有病率の上昇に際して、臨床的、

慢性関節リウマチ環軸椎垂直性亜脱臼の

MRIを用いた計測法

環軸椎垂直性亜脱臼は、慢性関節リウマチ
の重症化に保たれず、その

重症化を防止し、その重症化を防止する
ための治療法として、

その重症化を防止し、その重症化を防止する
ための治療法として、

その重症化を防止し、その重症化を防止する
ための治療法として、

東北大学医学部放射線医学講座

金成柱

①

博士論文

慢性関節リウマチ環軸椎垂直性亜脱臼の
MRIを用いた計測法

東北大学医学部放射線医学講座

金成柱

研究背景

慢性関節リウマチ（RA）は滑膜関節に原発する原因不明の進行性、慢性の全身性疾患である。本邦の有病率は男性0.1%、女性0.8%で中高年の女性に好発する。欧米では3～5%と高い有病率を認める。上位頸椎とくに後頭環椎関節、環軸椎関節は滑膜関節であるため高頻度に侵されやすく、RA患者の28-86%に認められる^{1) - 3)}。歯突起周囲の滑膜炎、横靭帯の弛緩、断裂により環軸椎前方亜脱臼を生じ、後頭環椎関節、外側環軸椎関節の破壊により垂直性亜脱臼を生じる。その結果、頸部痛、関節の不安定、脳幹、延髄の圧迫を生じ、特に垂直性亜脱臼が進行すると脳幹、延髄の強い圧迫のため時に致死的である^{4) - 6)}。このため環軸椎の後方固定などの外科治療が必要な場合もある。脊髄傷害が強くなると外科治療後の麻痺改善も限定されてくる。このため、早期の診断と経過観察が重要である^{7) 8)}。

垂直性亜脱臼の代表的計測法としては Mc Gregor 法、Mc Rae 法などがある⁹⁾¹⁰⁾。それぞれ硬口蓋後縁と後頭骨最下点を結ぶ線 (Mc Gregor 線)、大後頭孔の前縁と後縁を結ぶ線 (Mc Rae 線) と歯突起先端との距離を計測する方法である。

健常人では頸椎単純 X 線側面像で歯突起先端を同定するのは比較的簡単であるが、RA 患者では歯突起先端が炎症性滑膜 (パンヌス) により erosion を生じ同定しにくくなる。また垂直性亜脱臼を生じると頸椎単純 X 線側面像で歯突起が乳様突起と重積するため同定しにくくなる。このため計測基準点として歯突起先端を用いない Ranawat 法 (R 法)¹¹⁾、Redlund-Johnell 法 (R-J 法)¹²⁾¹⁶⁾ が RA では頻用されている。R 法は頸椎単純 X 線側面像で環椎の前弓、後弓の中心を結ぶ線と軸椎の椎弓根陰影中心との距離、R-J 法は Mc Gregor 線と軸椎下縁との距離を計測する方法である。

こうした計測法はいずれも頸椎単純X線を用いたものであり、MRIを用いた計測法は報告されていない。

RA頸椎病変に対するMRIの有用性について述べた報告は多くのものがある^{13) - 15)}。しかし、歯突起周囲のパンヌスの広がり及び延髄の圧迫の状態など軟部組織及び脳幹、延髄に関する報告が多く、MRIによる環軸椎垂直性亜脱臼の計測法は報告されていない。軟部組織及び脳幹、延髄に関する情報はMRIで、環軸椎関節の前方、及び垂直性亜脱臼の計測は単純X線で計測するのがRA頸椎病変検査の現状である。検査件数の削減、簡略化が求められている現在、一つの検査で可能な限り多くの情報を得ることが必要である。この点からもRA頸椎病変に対するMRIを用いた環軸椎垂直性亜脱臼の計測法の研究は有意義なものと考える。

目的

本研究の目的は以下の項目である。

環軸椎垂直性亜脱臼のMRIを用いた新計測法を考案すること。新計測法を環軸椎病変の認められない非慢性関節リウマチ患者を対象に計測し、正常基準値を設定すること。新計測法と環軸椎垂直性亜脱臼の計測法として現在頻用されているR法、R-J法比較し、その有用性を検討すること。

対象と方法

対象

正常群：1997年4月から7月に東北労災病院、東北厚生年金病院で頸部痛、頸椎症、頸椎外傷などの症状で頸椎MRIを撮像した非RA患者の中で上位頸椎に異常のなかった症例、合計80例である。

男性は49例、年齢は23～82歳（ 53 ± 17 ）である。女性は31例、年齢は22～68歳（ 50 ± 15 ）である。

RA群：1995年1月から1997年6月に東北厚生年金病院、東北労災病院で頸椎MRIが施行されたRA患者77例である。男性は21例、年齢は35～75歳（ 62 ± 10 ）である。ステージ分類はステージⅢが9例、Ⅳが12例である。女性は56例、年齢は38～72歳（ 59 ± 9 ）である。ステージ分類はステージⅡが1例、Ⅲが10例、Ⅳが45例である。

装置

MRI装置はGE社製Signa Horizon (1.5-T)、シーメンス社製Magnetom Vision (1.5-T)、島津社製MRT-100X (1.0-T)、及びフィリップス社製Gyroscaan (0.5-T)で、頸椎コイルを使用して撮像された。計測にはスピンエコー法の矢状断T1強調像 (TR 400 - 500 / TE 13 - 18 / スライス厚 4 - 4.5 mm) を用いた。計測にはMRI装置付随のワークステーションを使用した。ワークステーションの計測誤差はファントムを用いた測定では0 - 2%であった。正常群、異常群とも全症例で頸椎MRI、頸椎単純X線側面像が撮像された。単純X線のフィルム焦点間距離は施設、撮影時期により異なっていた (1.5あるいは1.8 m)。このためMRIと単純X線の双方で環椎前弓、後弓の中心点を計測基準点とし両点を結ぶ線の距離を計測し、その計測値の比をもとに単純X線の計測値を補正した。

計測法

MRIの計測基準点は、RAによる炎症性変化を受けにくい点、炎症性変化を生じても同定できる点、環軸椎の相対関係を反映する点、かつ頸椎MRIで常用される矢状断像で容易に同定できる点を選定した。

環椎では環椎前、後弓の中心点を計測基準点とし両点を結ぶ線を基準線とした。環椎前、後弓の中心点はR法でも用いられており、頸椎単純X線側面像、MRI矢状断の双方で同定しやすい点である。軸椎では軸椎下縁の骨皮質前後縁を結んだ線の中点と歯突起下軟骨結合を選定した。軸椎下縁はRAの炎症性変化や脊椎変性の生じにくい点であり、これも頸椎単純X線側面像、MRI矢状断の双方で同定しやすくR-J法でも用いられている。軸椎下縁の皮質縁が同定しにくい時は、ワークステーション上で画像のウィンドウ幅を広げることにより同定しやすくなる。歯突起下軟骨結合は、軸椎発生時に歯突起部と軸椎椎体部が軟

骨結合した遺残である。3才から7才で融合し、単純X線側面像では同定できない。しかし、中心部は遺残しておりMRI矢状断で容易に同定できる。歯突起の破壊が強い症例でも同定可能である（Fig. 1）。これらの基準点を用いて二つの計測法を考案した。それぞれを新法Ⅰ、Ⅱとする。

新法Ⅰの計測値：頸椎MRI矢状断中間位にて、歯突起下軟骨結合の中心点（点A）から環椎前弓、後弓の中心点を結ぶ線（線X）に引いた垂線の距離を計測値とした。

新法Ⅱの計測値：頸椎MRI矢状断中間位にて、軸椎下縁骨皮質前後を結んだ線の midpoint（点B）から線Xに引いた垂線の距離を計測値とした。

従来から使用されている計測法との比較のためR法、R-J法も計測した。

R法の計測値：中間位頸椎単純X線側面像にて、軸椎の椎弓根陰影中心（点C）から線Xに引いた垂線の距離を計測値とした。

R - J 法の計測値：中間位頸椎単純 X 線側面像にて、点 B から硬口蓋後縁と後頭骨最下点を結ぶ線（M c G r e g o r 線）に引いた垂線の距離を計測値とした（F i g . 2）。

検 討 項 目

新法 I、II、R法、R-J法の計測結果の平均値、標準偏差を正常群、RA群で算定した。新法 I、IIとR法、R-J法の相関係数を計算した。正常群平均値 - 2SDを参考に正常基準値を設定した。設定された正常基準値をRA群に適用し、新法 I、II、R法、R-J法の各計測法の異常例出現率を比較検討した。

結果

MRIを用いた新法Ⅰ、Ⅱは正常群、RA群のすべての症例で計測できた。単純X線を用いたR法もすべての症例で計測できた。しかし、R-J法の計測では、計測基準点である硬口蓋後縁が撮像範囲外であったため正常群男性1例で計測できなかった。

Table 1 に各計測値の計測結果を示す。正常群とRA群で各計測値の平均値に有意差を認めた ($p < 0.05$)。正常群では各計測値で男女間に有意差を認めた ($p < 0.05$)。各計測値間の相関係数を示す (Table 2) (Fig. 3)。

正常群男性では、新法ⅠとR法には、 $Y = 0.613X + 5.702$, $r = 0.603$, $p < 0.0001$ 、新法ⅠとR-J法には $Y = 0.216X + 6.989$, $r = 0.447$, $p < 0.016$ の相関関係が認められた。新法ⅡとR法には、 $Y = 0.815X + 18.264$, $r = 0.570$ $p < 0.0001$ 、

新法 II と R - J 法 には、 $Y = 0.302X + 19.425$, $r = 0.448$, $p < 0.0014$ の相関関係が認められた。新法 I、II と R 法の相関関係はこれらと R - J 法の相関関係よりも高かった ($p < 0.05$) 。

正常群女性では、新法 I と R 法 には、 $Y = 0.958X + 0.273$, $r = 0.837$, $p < 0.0001$ 、新法 I と R - J 法 には、 $Y = 0.349X + 1.825$, $r = 0.707$, $p < 0.0001$ の相関関係が認められた。新法 II と R 法 には、 $Y = 1.206X + 11.415$, $r = 0.775$, $p < 0.0001$ 、新法 II と R - J 法 には、 $Y = 0.492X + 11.576$, $r = 0.732$, $p < 0.0001$ の相関関係が認められた。新法 I、II に対し、R 法、R - J 法の両方とも高い相関関係が認められた。RA 群では男女ともすべての計測法で高い相関関係が認められた。

計測値の再現性を確認するため各計測法をそれぞれ二回ずつ計測し相関係数を算出した。

新法Ⅰでは $r = 0.98$ 、新法Ⅱでは $r = 0.97$ 、R法では $r = 0.94$ 、R-J法では $r = 0.92$ といずれも高い再現性が認められた ($p < 0.01$)。平均値 - 2SD を用いて正常基準値を、新法Ⅰで、男性は 13 mm 以上、女性は 11 mm 以上、新法Ⅱでは男性で 27 mm 以上、女性は 25 mm 以上、R法では男性は 13 mm 以上、女性は 12 mm 以上、R-J法では男性で 32 mm 以上、女性は 28 mm 以上と設定した。これらの正常基準値を RA 群に適用したところ男性では 21 例中、新法Ⅰで 7 例 (33.3%)、新法Ⅱで 7 例 (33.3%)、R法で 9 例 (42.9%)、R-J法で 7 例 (33.3%) が異常値であった。女性では 56 例中、新法Ⅰで 21 例 (37.5%)、新法Ⅱで 17 例 (30.4%)、R法で 25 例 (44.6%)、R-J法で 15 例 (26.8%) が異常値であった。男女とも R法での異常値出現率が最も高く、男性では新法Ⅰ、新法Ⅱ、R-J法で差はなく、女性では新法Ⅰ、新法Ⅱ、

R - J 法の順で異常値出現率が高かった。

頸椎 MRI で延髄の圧迫をわずかでも認め
たの RA 群男性では 21 例中 9 例 (42.9%)、
RA 群女性では 56 例中 24 例 (42.9%) で
あった。男性では新法 I、新法 II で異常値を
示した 7 例すべて (100%) に延髄の圧迫
を認めた。R 法では 9 例中 8 例 (89%)、R -
J 法では 7 例中 6 例 (85.7%) といずれも高
率で延髄の圧迫を認めた。延髄の圧迫を
認めた 9 例はいずれかの計測法で異常値を示
した。女性では新法 I では異常値を示した
21 例の内 16 例 (76.2%)、新法 II では
17 例中 13 例 (76.5%)、R 法では 25 例中
20 例 (80%)、R - J 法では 15 例中 11 例
(73.3%) といずれも高率で延髄の圧迫
を認めた。延髄の圧迫を認めた 24 例はい
ずれかの計測法で異常値を示した。

考 察

上位頸椎の後頭環椎関節、環軸椎関節は滑膜関節であるためRA患者では、手関節の次に高頻度に侵される^{1) - 3)}。歯突起背側の横靭帯が滑膜炎のため弛緩すると環椎軸椎前方亜脱臼を生じる。また後頭環椎関節、外側環軸関節の破壊により歯突起が環椎を貫いて後頭骨大孔内への陥入、すなわち垂直性亜脱臼を生じる。RAの亜脱臼の自然経過は、前方単独から、前方と垂直性の混合、最後は垂直性亜脱臼の増悪と報告されている⁸⁾。亜脱臼が進行すると延髄は環椎での脊柱管狭窄により圧排され、脳幹部は頭蓋内に陥入した歯突起先端で圧迫される。(Fig. 4)病状が進行すると脳幹、延髄圧迫により、時に致死性である^{4) - 6)}。垂直性亜脱臼が進行すると後頭頸椎固定などの外科治療が必要となる。延髄圧迫が進むと外科治療後の麻痺回復も限られたものとなる。このため、早期の診断と経過観察が重要である^{7) 8)}。

垂直性亜脱臼の代表的計測法としては
M c G r e g o r 法⁹⁾がある。これは硬口蓋後縁
と後頭骨最下点を結ぶ線 (M c G r e g o r 線)
と歯突起先端との距離を計測する方法である。
健常人では頸椎単純X線側面像で歯突起先端
を同定するのは簡単である。しかし、RAでは
歯突起先端が炎症性肉芽 (パンヌス) により
e r o s i o n を生じ同定しにくくなる。また垂
直性亜脱臼が進行すると歯突起先端部は乳様
突起に重なるため同定しにくくなる。

このため R e d l u n d - J o h n e l l らは計測
基準点として歯突起先端を用いない R - J 法を
考案した^{1, 2)}。R - J 法は M c G r e g o r 線と
軸椎下縁との距離を計測する方法である。し
かし、M c G r e g o r 法及び R - J 法は
M c G r e g o r 線を基準線としているため単純
X線頸椎側面像で硬口蓋後縁が撮像されてい
ることが必要である。しばしば硬口蓋後縁は
撮像範囲外であることがあり、この場 M c -
G r e g o r 法及び R - J 法は計測不能である。

今回も正常群男性1例で硬口蓋後縁が撮像範囲外であったため計測できなかった。

Redlund-Johnellらも、その報告のなかで口蓋後縁が撮像範囲外であったものを対象から除外している¹²⁾。

そこでRanawatらはMcGregor線を基準線としないR法を考案した¹¹⁾。R法は頸椎単純X線側面像にて、軸椎の椎弓根陰影中心から環椎前、後弓中心点を結ぶ線に引いた垂線の距離を計測する方法で、上位頸椎のみ撮像されていれば計測可能である。しかし、こうした計測法はいずれも頸椎単純X線を用いたものであり、MRIで計測することは出来ない。R法の計測点である椎弓根陰影中心はMRIでは同定できない。またR-J法の計測基準点である硬口蓋後縁は頸椎コイルを用いる頸椎MRIでは撮像範囲外である。また、硬口蓋が撮像されていてもMRIでは硬口蓋後縁は同定できない。新法I、IIではいずれの計測点もMRI上で容易に同定可能である。新法

1 の計測点である齒突起下軟骨結合は、軸椎発生時に齒突起と軸椎椎体部が軟骨結合した遺残である。幼児期では単純X線でも同定できるが、3才から7才で融合し単純X線では同定出来なくなる。しかし、中心部は成人でも遺残しており、頸椎MRI矢状断像で同定できる。今回はすべての症例の頸椎MRI矢状断像で同定できた。著明な齒突起破壊を認め齒突起下軟骨結合にRAによる炎症性変化が認められた症例でも齒突起下軟骨結合は同定可能であった(Fig. 1)。また、軸椎下縁へのRAの炎症波及は認められなかった。頸椎症などの変化もほとんど認められず、計測に支障はきたさなかった。

頸椎単純X線側面像による計測法の問題点として、フィルム焦点間距離と患者の肩幅によって拡大率が変化してしまうことが挙げられる。これではフィルム焦点間距離ごとに異なる基準正常値が必要であり施設間の計測値の不偏性が低い。しかし、MRIでは付随のワー

クステイション上で簡便に測定でき、計測値の普遍性が高い利点がある。

各計測法間の相関係数は、新法Ⅰ及びⅡとR法との相関係数が、これらとR-J法の相関係数より高かった。R法と新法Ⅰ及びⅡはいずれも環椎と軸椎に計測基準点を設けて測定している。したがって、計測値はいずれも環椎と軸椎の関係を反映している。一方、R-J法は後頭骨と軸椎に計測基準点を設けて測定しており、後頭骨から軸椎までの関係を反映している。このためR法と新法Ⅰ及びⅡの相関係数がR-J法と新法Ⅰ及びⅡの相関係数より高かったと思われる。環軸椎の垂直性亜脱臼は、後頭環椎関節、側方環軸椎関節の炎症性破壊により生じる。したがって、R法と新法Ⅰ及びⅡは側方環軸椎関節の破壊程度を反映し、R-J法は後頭環椎関節、側方環軸椎関節双方の破壊を反映しているといえるが、RA群では新法Ⅰ及びⅡはR法だけでなくR-J法とも高い相関を示しているこのことからRAに

よる後頭環椎関節、側方環軸椎関節の破壊の程度には相関があることが示唆される。正常男性群と正常女性群の各計測法間の相関係数はいずれも女性群より男性群で低い値を示した。この原因は現在のところ明らかではないが、単純X線は立位で撮像され頭部の重量が頸椎に負荷されている。このため臥位で撮像するMRIとでは、頸椎と頭蓋底との位置関係がやや異なることになる。体格、骨格の相違などにより立位と臥位での頸椎と頭蓋底との位置関係の差が女性群より男性群で大きい可能性がある。今後検討が必要と思われる。

平均値 - 2SD 参考に設定されたわれわれの正常基準値は新法 I で男性は 13 mm 以上、女性 は 11 mm 以上、新法 II では男性で 27 mm 以上、女性 は 25 mm 以上、R 法では男性は 13 mm 以上、女性 は 12 mm 以上、R - J では男性で 32 mm 以上、女性 は 28 mm 以上となった。Morizonoらは日本人を対象にして、フィルム焦点間距離 1.5 m での計測値を

基に R 法、R - J 法の基準値を設定した。彼等は R 法では男性は 14 mm 以上、女性は 13 mm 以上、R - J 法では男性で 34 mm 以上、女性は 28 mm 以上を正常としている¹⁶⁾。今回の基準値はやや小さくなっているが、今回は拡大率補正をした計測値を基にしているためと思われる。

MRI は歯突起周囲のパンヌスの状態、脳幹、延髄の状態など軟部組織の観察にすぐれている^{13) - 15)}。MRI ではある程度進行した垂直性亜脱臼を診断することは容易であるが、軽度の垂直性亜脱臼を診断することは困難である。また MRI による環軸椎垂直性亜脱臼の計測方は報告されておらず、環軸椎垂直性亜脱臼の進行程度を客観的、数量的に示すことはできない。このため垂直性亜脱臼を数値的に評価するためには、単純 X 線を用いた計測法が現在も用いられている。新法 I、II により MRI のみで軟部組織の観察だけでなく環軸椎垂直性脱臼の数値的診断が可能となる。病変

の進行の有無も数値を用いて客観的に評価することが可能となる。検査件数の削減、簡略化が求められている現在、一つの検査で可能な限り多くの情報を得ることが必要である。この点からも新法Ⅰ、Ⅱは有意義なものと考えられる。

検査件数の削減、簡略化が求められている現在、一つの検査で可能な限り多くの情報を得ることが必要である。新法Ⅰ、ⅡによりMRIのみで軟部組織の観察だけでなく環軸椎垂直性脱臼の計測も可能となる。この点からも新法Ⅰ、Ⅱは有意義なものと考えられる。

結 語

M R I を用いた慢性関節リウマチ環軸椎垂直性亜脱臼の計測法を二つ考案した。いずれの方法も R 法、R - J 法と相関を示し、計測も簡便である。新法 I、II により M R I のみで軟部組織の観察だけでなく環軸椎垂直性亜脱臼の計測、経過観察も可能となる。新法 I、II は環軸椎垂直性亜脱臼の計測法として有用であり、頸椎 R A 病変に対する M R I の有用性をさらに高めることができると考える。

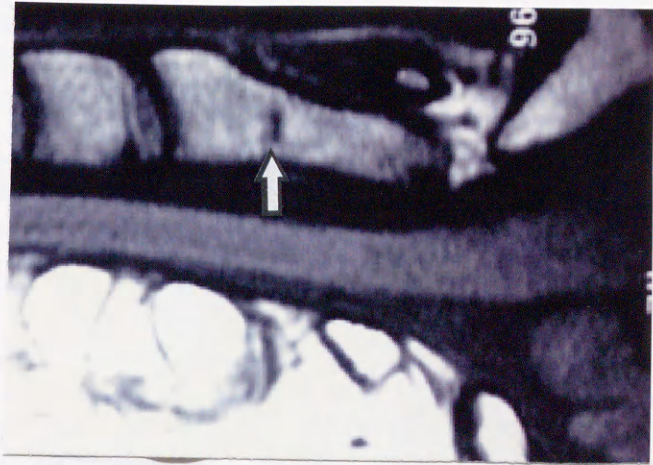
稿を終わるにあたり、ご指導いただいた東北大学放射線科名誉教授・坂本清彦先生および同大学放射線科教授・山田章吾先生に感謝致します。また研究に多大なご支援をいただいた東北厚生年金病院リウマチ膠原病科・三友紀男先生、同病院放射線科小山周樹先生に感謝致します。またご支援いただいた東北厚生年金病院放射線部、東北労災病院放射線部の方々に心より感謝致します。

文献

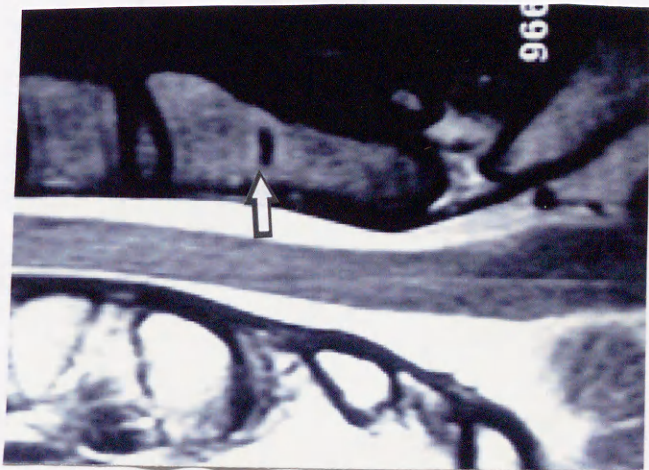
1. Bland JH, van Buskirk FW, Tampas JP, et al. (1965) A study of roentgenologic criteria for rheumatoid arthritis of the cervical spine. *AJR.*, 95, 949.
2. Reynolds H, Carter SW, Merthehr, et al. (1987) Cervical rheumatoid arthritis :value of flexioextension views in imaging. *Radiology*, 164, 215.
3. Wolfe BK, O'Keeffe D, Mitchell DM, et al. (1987) Rheumatoid arthritis of the cervical spine:early and progressive radiographic features. *Radiology*, 165, 145.
4. Davis FW Jr, Markley HE (1951) Rheumatoid arthritis with death from medullary compression. *Ann Intern Med.*, 35, 451-454.
5. Henderson DRF (1975) Vertical atlanto-axial subluxation in rheumatoid arthritis. *Rheumatology and Rehabilitation*, 14, 31-38.
6. Menezes AH, et al (1985) Odontoid upward migration in rheumatoid arthritis: An analysis of 45 patients with "cranial setting" *J Neurosurg.*, 63, 500-509.
7. Boden SD, Dodge LD, Bohlman HH (1993) Rheumatoid arthritis of the cervical spine. *J Bone Joint Surg.*, 75 A, 1282-1297.
8. Oda T, Fjiwara K, Yonenobu K (1995) Natural course of cervical spine lesion in rheumatoid arthritis. *Spine*, 20, 1128-1135.

9. McGregor M (1948) The significance of certain measurements of the skull in the diagnosis of basilar impression. *Brit J Radiol.*, 21, 171-181.
10. McRae DL, Barunum AS (1953) Occipitalization of the atlas. *AJR.*, 70, 23-46.
11. Ranawat CS, O'leary, Pellicci P, et al (1979) Cervical spine fusion in rheumatoid arthritis. *J Bone Joint Surg.*, 61 A, 1003-1010.
12. Redlund-Johnell I, Pettersson H (1983) Radiographic measurements of the cranio-vertebral region. *Acta Radio Diag.*, 25, 23-28.
13. Beltran J, Caudill JL, Herman LA, et al (1987) Rheumatoid arthritis; MR Imaging manifestations. *Radiology*, 165, 153-157.
14. Alex AM, Martel W, Ellis JH, et al (1987) Cervical spine involvement in rheumatoid arthritis, MR Imaging. *Radiology*, 165, 159-163.
15. Stiskal MA, Neuhold A, Szolar DH, et al (1995) Rheumatoid arthritis of the cranio-cervical region by MR imaging; Detection and characterization. *AJR.*, 165, 585-592.
16. Morizono Y, Sakou T, Kawaida H (1987) Upper cervical involvement in rheumatoid arthritis. *Spine*, 12:721-725.

(A)



(B)



(C)

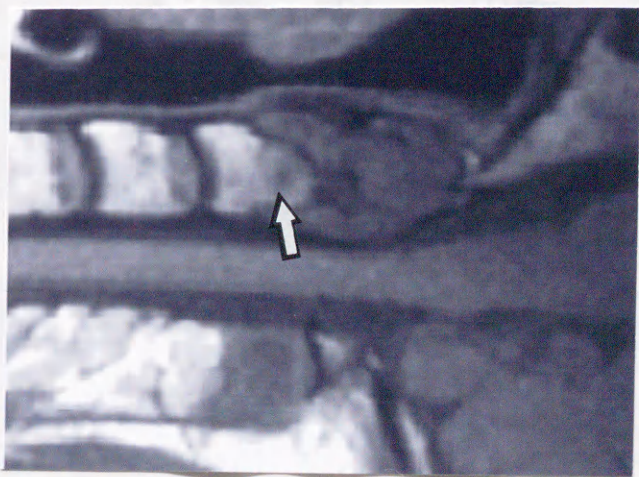
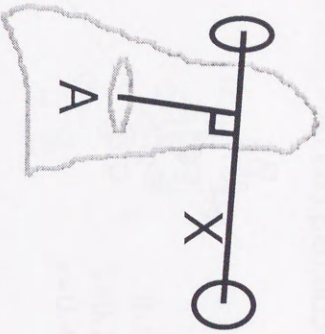
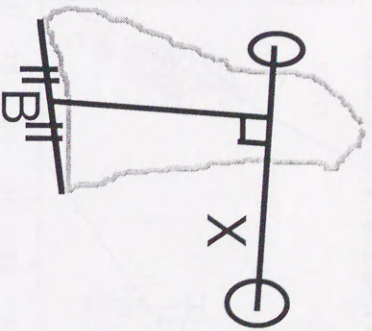


Fig. 1

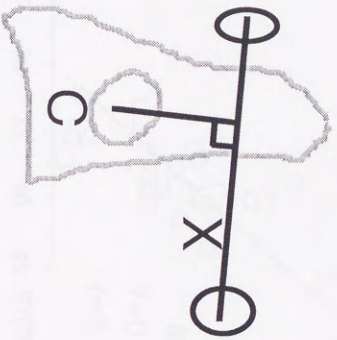
New method I



New method II



Ranawat method



Redlund-Johnell method

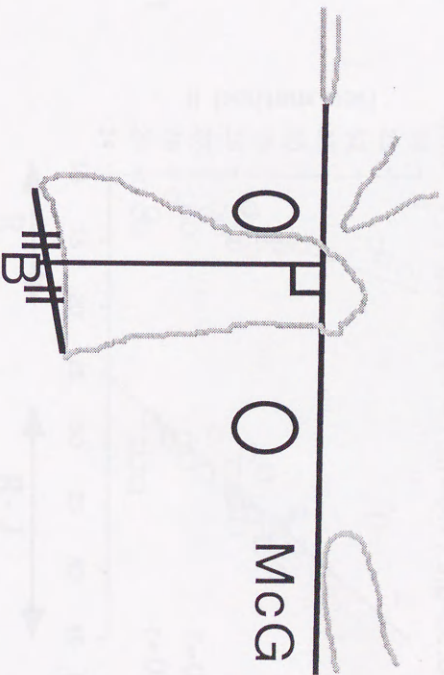
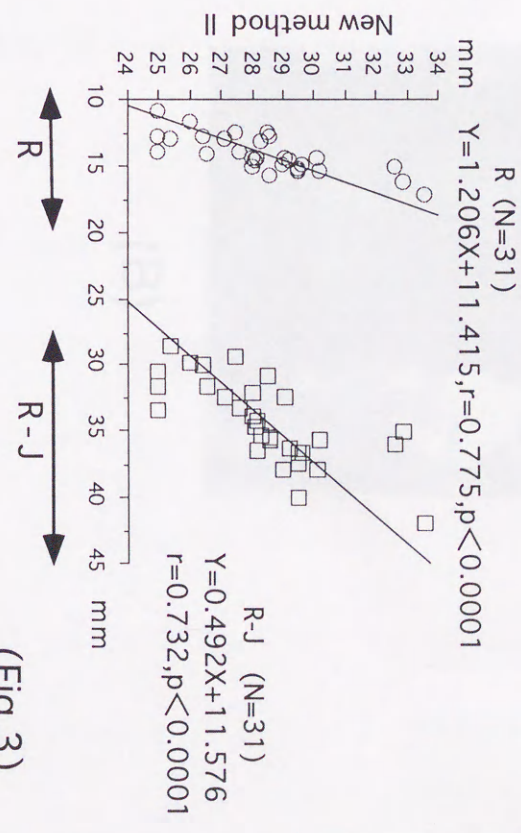
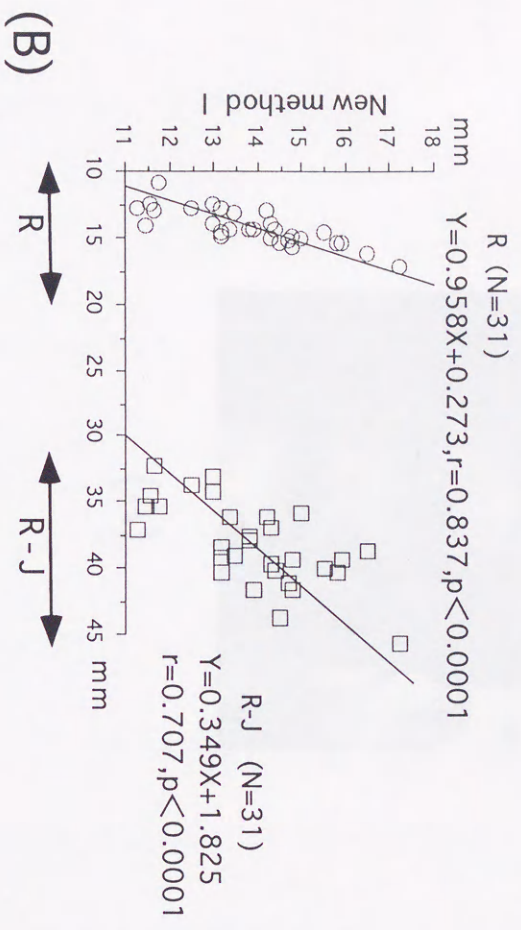
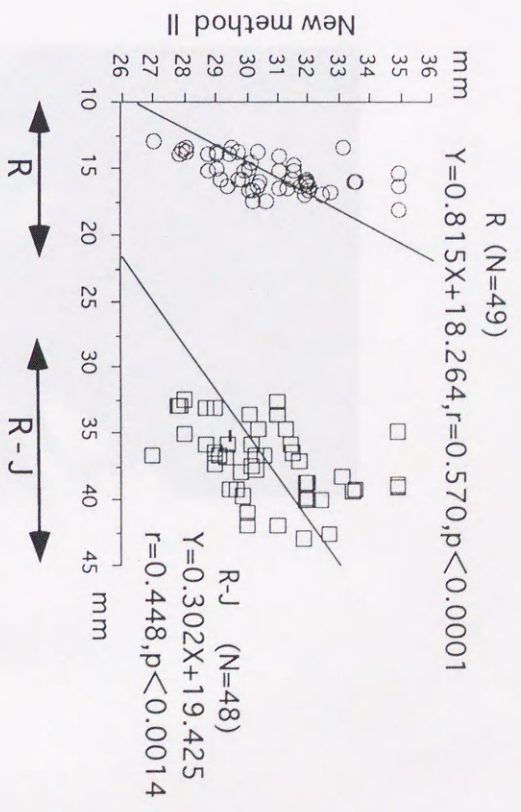
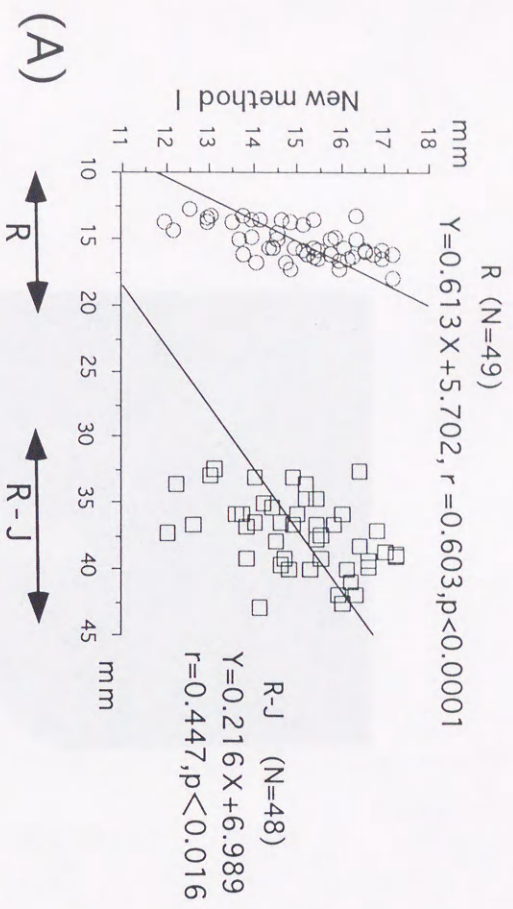


Fig2



(Fig. 3)

(B)



(A)



(B)

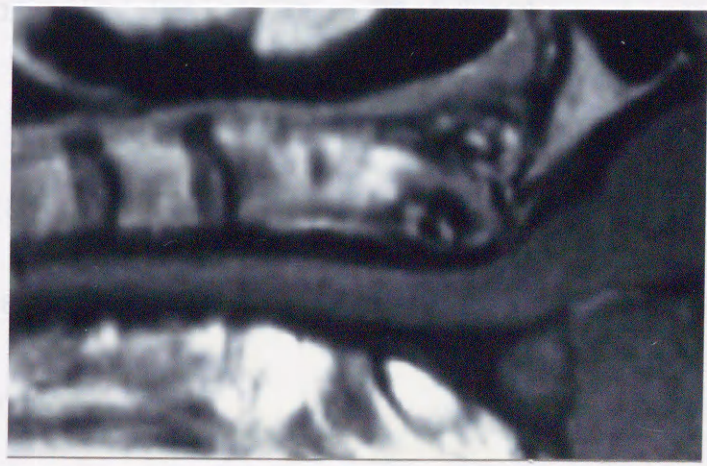


Fig.4

(A) (B)

Legends of figures

Fig.1 MR Image shows Subdental synchondrosis (arrows) of the axis on (a) normal sagittal T1WI, (b) normal sagittal T2WI and also severe cases of rheumatoid arthritis .

Fig.2 Measurement methods .

A: the midpoint of the subdental synchondrosis .

B: the midpoint of the inferior margin of the axis .

C: the midpoint of the pedicle of the axis .

X: the diameter of the ring of the atlas .

McG: McGregor's line (palato-occipital line).

Fig.3 Correlation analysis between the new method I , II and Ranawat(R) (open circle), Redlund-Johnell (R-J) methods (open square) in the normal male (A) and female (B) materials .

(r:correlation coefficient)

Fig.4 Sagittal MR Image demonstrating compression of the spinal cord from vertical subluxation.

(A) Female 55 year old ,(B) Female 53 year old .

Table 1 Results of measurements (mean \pm SD mm)

		New method I New method II Ranawat method R-J** method			
Normal material	M	15.0 \pm 1.4 (n=49)	30.6 \pm 1.8 (n=49)	15.2 \pm 1.3 (n=49)	37.2 \pm 2.8 (n=48)
	F	13.8 \pm 1.6 (n=31)	28.4 \pm 2.1 (n=31)	14.1 \pm 1.4 (n=31)	34.2 \pm 3.2 (n=31)
RA* material	M	13.5 \pm 2.7 (n=21)	28.6 \pm 3.5 (n=21)	13.1 \pm 3.2 (n=21)	34.9 \pm 5.1 (n=21)
	F	11.8 \pm 3.2 (n=56)	27.1 \pm 3.6 (n=56)	12.0 \pm 4.0 (n=56)	30.2 \pm 6.4 (n=56)

RA* : Rheumatoid Arthritis

R-J** : Redlund-Johnell

Table 2 Correlation coefficients among the four methods.

		Normal material		RA* material	
		M	F	M	F
<hr/>					
New method I	Ranawat method	0.603	0.837	0.744	0.885
	vs				
New method II	R-J**method	0.447	0.707	0.796	0.748
	vs				
<hr/>					
New method II	Ranawat method	0.570	0.775	0.916	0.838
	vs				
New method II	R-J method	0.448	0.732	0.775	0.705
	vs				
<hr/>					

RA* : Rheumatoid Arthritis

R-J** =Redlund-Johnell

Inches 1 2 3 4 5 6 7 8
cm 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19

Kodak Color Control Patches

© Kodak, 2007 TM: Kodak



Kodak Gray Scale



© Kodak, 2007 TM: Kodak

A 1 2 3 4 5 6 **M** 8 9 10 11 12 13 14 15 **B** 17 18 19

