労災疾病等 13 分野医学研究報告 R―5

非骨傷性頸髄損傷の予防法と早期治療体系の確立に係わる研究・開発，普及：日本人の正常頸髄・硬膜管形態について

加藤　文彦[1)]，湯川　泰紹[2)]，須田　浩太[3)]
山縣　正庸[4)]，植田　尊善[5)]

[1)]独立行政法人・労働者健康福祉機構中部労災病院整形外科部長

[2)]独立行政法人・労働者健康福祉機構中部労災病院第 2 整形外科部長

[3)]独立行政法人・労働者健康福祉機構北海道中央労災病院せき損センター整形外科部長

[4)]独立行政法人・労働者健康福祉機構千葉労災病院整形外科部長

[5)]独立行政法人・労働者健康福祉機構総合せき損センター整形外科部長

（平成 21 年 9 月 15 日受付）

要旨：【目的】頸部脊柱管狭窄症を評価する基準となる健常日本人の頸部脊柱管・硬膜管および頸髄の MRI，単純 X 線，および脊髄症の機能評価法である「手指 10 秒テスト」，「10 秒足踏みテスト」における年代別標準値の設定を行うこと．

【対象および方法】20 歳代～70 歳代までの健常なボランティア，各 10 歳代ごとに男女約 100 例ずつ，計 1,211 名にて「頸椎ドック」を行った．「頸椎ドック」の内容は頸椎単純 X 線と MRI と基本的データー（身長，体重，職種，業務内容，理学所見など）とした．単純 X 線から脊柱管前後径を計測した．MRI から脊柱管・硬膜管・脊髄を計測した．理学的所見診察は日常臨床で一般的な脊椎・四肢神経学的検査，「手指 10 秒テスト」，「10 秒足踏みテスト」を行った．

【結果】①頸部脊柱管狭窄症を評価する基準として，健常日本人の頸部脊柱管および頸髄の年齢・性別に分けた MRI の標準値を作成した．②圧迫性頸髄症の神経機能定量的評価法として用いられている「手指 10 秒テスト」と「10 秒足踏みテスト」の年齢・性別に分けた健常日本人の標準値を作成した．③ MRI による頸椎部脊柱管，硬膜管，脊髄などの計測値は年齢と共に数値が小さくなる傾向を認めた．その傾向は椎体高位に比べて，椎間高位にて明白であり，特に C5/6 椎間を中心に認められた．④ MRI による発育性脊柱管狭窄（developmental stenosis）の定義を「硬膜管内脊髄占拠率 67% 以上」とすることを提唱した．

【考察および結論】これまでに，MRI による頸椎・頸髄の標準値や，脊髄症の定量的機能評価法である「10 秒テスト」の標準値の報告はなかったので，本研究の結果は今後の臨床や予防医療に役立つと考える．また，今後頸椎ドックを一般に広めるならば，40 歳代での初回施行を勧めるのがよいのではないかと考える．

（日職災医誌，58：52―64，2010）

―キーワード―
頸椎，磁気共鳴画像，正常値

Ⅰ　はじめに

本邦における脊髄損傷に関する疫学調査として最も有名なものは，1990～1992 年に新宮らが行った疫学調査である．その結果として，本邦にて毎年約 5,000 人の新たな脊髄損傷が発生し，そのうち約 75%（3,500 人）が頸髄損傷であった．さらに，この 3,500 人の頸髄損傷の中で非骨傷性頸髄損傷は約 56%（2,000 人）であった．そして，非骨傷性頸髄損傷が頸髄損傷に占める割合は年齢と共に増加し，64 歳以下では約 50% であるが，65 歳以上では約 68% であった．また，欧米の報告に比べて頸髄損傷の比率が高く，受傷時年齢が高かった．そして，受傷時年齢は 20 歳と 59 歳の二峰性であった[1)～5)]．

しかしながら新宮らの報告が行われた時期以後，本邦では構成人口が高齢化した．さらに今後は高齢化が進むことが予測されており，頸部脊柱管狭窄症を有する人が

増加することが予想される．これに伴い外傷としての非骨傷性頸髄損傷や，慢性疾患である頸椎症性脊髄症も増加し続けることが予想される．実際に，脊髄損傷はすでに高齢者の一峰性であり，非骨傷性頸髄損傷がその約70% を占めるという報告も近年散見される[6]．頸部脊柱管狭窄症の原因として，本邦の構成人口の高齢化以外に，以前より日本人の頸部脊柱管が他人種に比べて狭いことが指摘されている．しかしながら，過去の報告は剖検例やレントゲン計測による骨性脊柱管の報告であり，MRIを用いて軟部組織を含む脊柱管形態や，脊柱管・硬膜管と頸髄との関係を詳細に検討したものはない[7)~11)]．

労災疾病等 13 分野医学研究・開発，普及事業「せき髄損傷」分野として，著者らは非骨傷性頸髄損傷の予防研究を行うこととなった．このため，MRI，単純 X 線などによる「頸椎ドック」について検討することとなった．本研究では，まずその基礎資料となる健常者を対象としたMRI，単純 X 線，および理学的所見診察におけるこれらの標準値を求めることとした．

II 目　的

非骨傷性頸髄損傷や頸椎症性脊髄症の原因となる頸部脊柱管狭窄症を評価する基準となる健常日本人の頸部脊柱管・硬膜管および頸髄の MRI，単純 X 線計測による年代別標準値の設定を行うこと．圧迫性頸髄症の神経機能定量的評価法となる理学的所見（手指 10 秒テスト，10 秒足踏みテスト）における年代別標準値の設定を行うこと．

III 方　法

1. 被験者および期間

2005 年 2 月に本研究の計画書を独立行政法人・労働者健康福祉機構本部に提出し，承認を得た．その後，2005 年度中に独立行政法人・労働者健康福祉機構本部，および著者らの所属施設において，倫理委員会の承認を得た．2006 年 2 月より，本研究の意義と目的を中部労災病院にて公示し，無症状で健常な「頸椎ドック」被験者（ボランティア）を公募した．頭部や脊椎の手術既往がないこと，神経系疾患の既往がないこと，現在神経症状がないこと，事故の後遺症がないことなどをチェックリストと問診票にて確認した被験者の頸椎単純 X 線，MRI を被験者の基本的データー（身長，体重，職種，業務内容，理学所見など）と共に集積した．年齢は 20 歳代～70 歳代までを対象とし，例数は各 10 歳代ごとに男女約 100 例ずつとした．そして，2006 年 2 月より 2008 年 2 月までに，1,230 名の「頸椎ドック」を行った．そのうち，アーチファクトなどで計測困難例を除外した計 1,211 名に対して計測を行った．

2. MRI 機器

MRI 機器は中部労災病院が 2005 年 11 月より所有する GE 社製 1.5 Tesla MRI（Signa Horizon Excite HD ver 12）を使用し，矢状断 T1 強調画像・T2 強調画像，横断 T2 強調画像を fast spin echo 法にて撮像した．

著者らが所属する施設の MRI 機器がばらばらでメーカーも異なるため（SIEMENS，島津），撮影画像の差異を検討する必要が生じた．本研究のために作成した脊髄ファントムと筆頭著者の頸椎 MRI を研究 4 施設にて撮影した．その結果として距離，面積などの計測値はこれらの機器では同一であることを確認した．

3. 計測項目および計測方法

単純 X 線側面像にて，脊柱管前後径を計測した．MRI 矢状断面像（T2 強調画像）にて，脊柱管前後径，硬膜管前後径，脊髄前後径を計測した．MRI 横断面像（T2 強調画像）にて，脊柱管前後径，硬膜管前後径・硬膜管横径・硬膜管面積，脊髄前後径・脊髄横径・脊髄面積を計測した．画像計測は撮影画像である DICOM のデーターを計測用のパソコンに取り込み，画像計測ソフト「Osiris 4」を用いて計測した．理学的所見診察は日常臨床で一般的な脊椎・四肢神経学的検査，「手指 10 秒テスト」[12)]，「10 秒足踏みテスト」[13)14)]を行った．

IV 結　果

1. 理学的所見

理学的所見に関して，神経学的所見はほぼ全員が正常なので，以下の事項を除いて有意義なものは見いだせなかった．すなわち，「手指 10 秒テスト」，「10 秒足踏みテスト」に関して，以下のごとき知見を得た．

圧迫性頸髄症の神経機能定量的評価法として，「手指 10 秒テスト」は広く用いられている．従来，25 回以上が正常，20 回以下が異常とされてきたが，年齢・性別を検討した研究報告はこれまでなかった．今回，年齢・性別に分けた健常人のデーターが得られた（図 1，2）（表 1）．

「手指 10 秒テスト」は前述のごとく圧迫性頸髄症の神経機能定量的評価法として用いられているが，索路（脊髄白質）障害と髄節（脊髄灰白質）障害の混在は否めない．一方，索路（白質）障害のみの評価法として，著者らは「10 秒足踏みテスト」を提唱している．「10 秒足踏みテスト」は簡便で再現性があり，JOA score の下肢機能とも良く相関することが確認されている[13)14)]．これも本研究にて年齢・性別に分けた健常人のデーターが得られた（図 3）（表 1）．

2. 単純 X 線所見

全年齢の矢状断面像における平均脊柱管前後径は，C5/6 椎間高位にて，男性 15.9 ± 2.1mm（平均値 ± SD，以下の数値の記載も同様），女性 15.1 ± 1.9mm であり，C5 椎体高位にて，男性 16.2 ± 1.5mm，女性 15.4 ± 1.4mm であった（表 2）．単純 X 線の脊柱管前後径に関しては，肥後の報告が本邦では標準値となっている[7)8)]．今回の被験者の単純 X 線における脊柱管前後径の計測値とその分

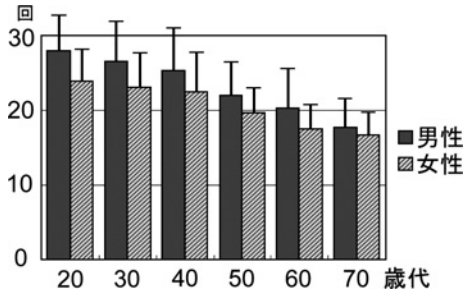

図1 手指 10 秒テスト右

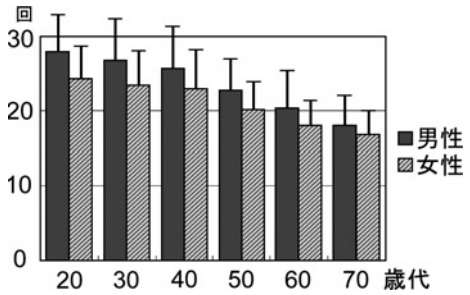

図2 手指 10 秒テスト左

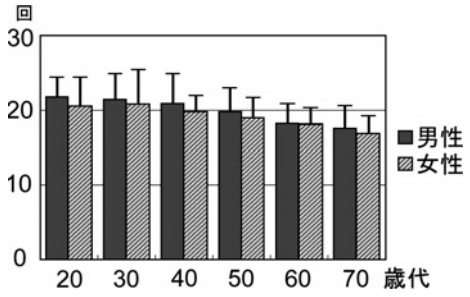

図3 10 秒足踏みテスト

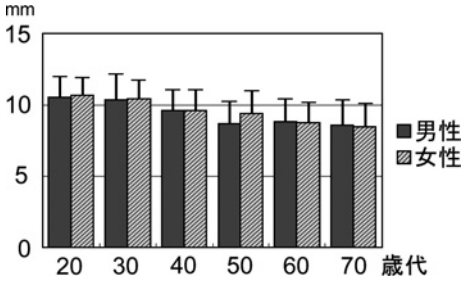

図4 硬膜管前後径（C5/6）矢状断面

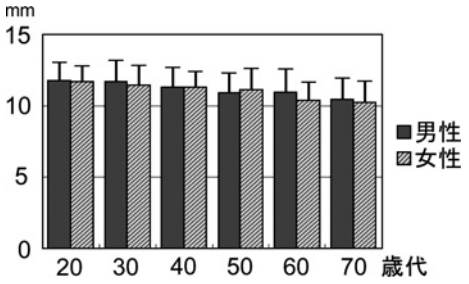

図5 硬膜管前後径（C5）矢状断面

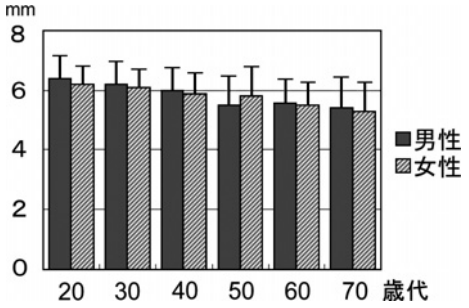

図6 脊髄前後径（C5/6）矢状断面

布は肥後の報告と統計学的に同一であった.

3. MRI 所見

単純 X 線での計測結果から，今回の研究にてえられた MRI による計測値（表 3，4，5，6，7）は本邦において標準的なデーターであると考える.

脊柱管前後径は肥後の報告や今回計測した単純 X 線の数値よりも約 20% 小さな数値となっている. これは単純 X 線では実際の大きさよりも約 10% 以上拡大されるためと，MRI では骨皮質と靱帯が明確に区別できず骨皮質部分が大きめに評価されるためと考える.

全年齢の矢状断面像における平均脊柱管前後径は，C5/6 椎間高位にて，男性 11.7 ± 1.6mm（平均値 ± SD，以下の数値の記載も同様），女性 11.6 ± 1.5mm であり，C5 椎体高位にて，男性 12.9 ± 1.4mm，女性 12.5 ± 1.3mm であった（表 3）.

全年齢の矢状断面像における平均硬膜管前後径は，C5/6 椎間高位にて，男性 9.5 ± 1.8mm，女性 9.6 ± 1.6mm であり，C5 椎体高位にて，男性 11.2 ± 1.4mm，女性 11.1 ± 1.4mm であった（図 4，5）（表 4）. 全年齢の横断面像における平均硬膜管面積は，C5/6 椎間高位にて，男性 155.7 ± 32.1mm^2，女性 149.6 ± 29.0mm^2 であり，C5 椎体高位にて，男性 187.4 ± 32.6mm^2，女性 177.0 ± 32.7mm^2 であった（表 5）.

全年齢の矢状断面像における平均脊髄前後径は，C5/6 椎間高位にて，男性 5.9 ± 1.0mm，女性 5.8 ± 0.9mm であり，C5 椎体高位にて，男性 6.5 ± 0.7mm，女性 6.4 ± 0.7 mm であった（図 6，7）（表 6）.

全年齢の横断面像における平均脊髄面積は，C5/6 椎間高位にて，男性 70.6 ± 11.7mm^2，女性 68.9 ± 11.3mm^2 であり，C5 椎体高位にて，男性 78.1 ± 9.4mm^2，女性 74.4 ± 9.4 mm^2 であった（図 8，9）（表 7）.

上記の脊柱管，硬膜管，脊髄の計測値すべてに共通して認める傾向は年齢と共に数値が小さくなることである．その傾向は椎体高位に比べて椎間高位にて明白であり，特に C5/6 椎間を中心に認められることである.

4. MRI による発育性脊柱管狭窄（developmental stenosis）の定義

従来，発育性脊柱管狭窄の定義は単純 X 線によるもの

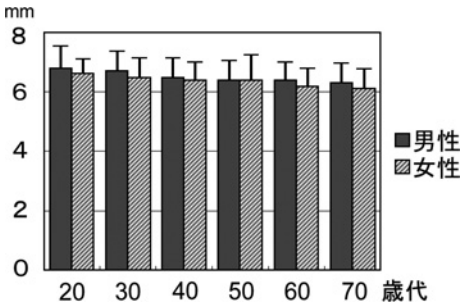

図 7　脊髄前後径（C5）矢状断面

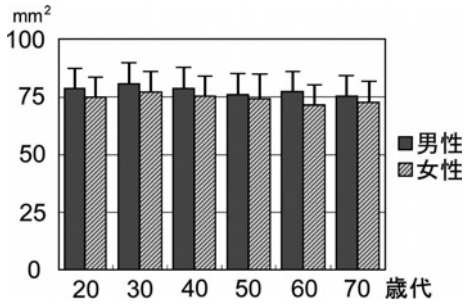

図 9　脊髄面積（C5）横断面

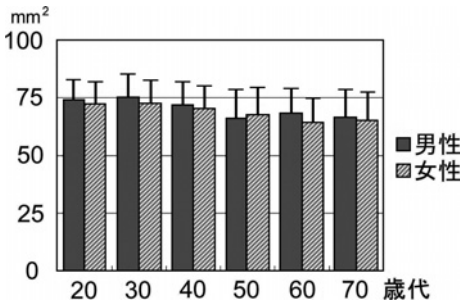

図 8　脊髄面積（C5/6）横断面

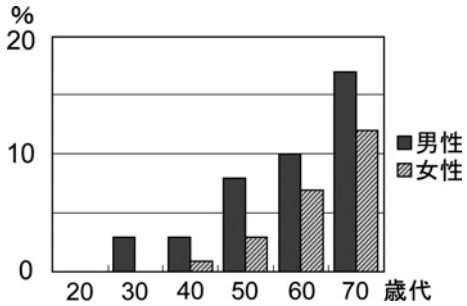

図 10　脊髄圧迫像と年齢

表 1　10 秒テスト

（単位：回数/10 秒）

男性		20 歳代	30 歳代	40 歳代	50 歳代	60 歳代	70 歳代
		101 名	104 名	100 名	99 名	101 名	101 名
		平均±SD	平均±SD	平均±SD	平均±SD	平均±SD	平均±SD
手指 10 秒テスト	右	28.0±4.7	26.6±5.3	25.4±5.6	22.0±4.3	20.4±5.1	17.8±3.7
	左	28.0±4.8	26.8±5.4	25.8±5.4	22.7±4.2	20.4±4.6	18.1±3.9
10 秒足踏みテスト		21.8±2.6	21.3±3.4	21.1±3.8	19.8±2.9	18.4±2.4	17.6±2.9
例数		101	104	100	99	101	101

女性		20 歳代	30 歳代	40 歳代	50 歳代	60 歳代	70 歳代
		100 名	99 名	100 名	103 名	103 名	100 名
		平均±SD	平均±SD	平均±SD	平均±SD	平均±SD	平均±SD
手指 10 秒テスト	右	24.0±4.3	23.1±4.3	22.6±5.2	19.8±3.4	17.5±3.2	16.4±2.9
	左	24.3±4.2	23.5±4.5	23.0±5.1	20.2±3.6	18.1±3.4	16.9±3.1
10 秒足踏みテスト		20.6±3.4	20.9±4.3	19.9±2.2	19.0±2.7	18.2±2.1	16.9±2.3
例数		100	99	100	103	103	100

しかない．一般的には，椎体高位における脊柱管前後径 12～14mm 以下を発育性脊柱管狭窄としている[7)8)]．しかしながら，これは脊柱管という「容器（container）」だけの評価であり，脊髄という「内容物（contents）」をまったく評価していない．脊髄の太さには個人差が大きく，剖検では横断面積にして 2 倍の差があるとされており[11)]，本研究でも頸膨大部にて 2.5 倍の差があった．よって，脊柱管が細くても脊髄も細くて相対的に脊柱管に余裕があれば，実際的には脊柱管狭窄状態にあるとはいえない．また逆に，脊柱管が太くても脊髄も太くて相対的に脊柱管に余裕がなければ，実際的には脊柱管狭窄状態にあるということとなる．

このため本研究では，脊髄と硬膜管（contents & container）の相対的な関係を評価することとした．具体的には，矢状断 MRI にて硬膜管前後径に対する脊髄前後径（硬膜管内脊髄占拠率）を算出した（表 8）．

一方で，著者らにて矢状断 MRI を見た第一印象で発育性脊柱管狭窄の有無を判断した．この結果と単純 X 線における発育性脊柱管狭窄の評価高位である第 5 頸椎椎体高位での硬膜管内脊髄占拠率と比較した．第 5 頸椎高位における硬膜管内脊髄占拠率は平均 58.3±7.0% であったが，著者らは硬膜管内脊髄占拠率が 67% を越えると

表 2　脊柱管前後径（単純 X 線）

（単純 X 線側面：単位 mm）

男性		20 歳代	30 歳代	40 歳代	50 歳代	60 歳代	70 歳代
		平均 ± SD	平均 ± SD	平均 ± SD	平均 ± SD	平均 ± SD	平均 ± SD
椎間高位	C2/3	18.2 ± 1.9	18.8 ± 1.9	18.2 ± 2.0	18.3 ± 2.0	17.9 ± 2.0	17.5 ± 1.8
	C3/4	16.2 ± 1.8	16.6 ± 1.8	16.6 ± 1.7	16.5 ± 1.9	16.2 ± 2.0	15.6 ± 2.1
	C4/5	15.8 ± 1.8	16.2 ± 1.7	16.3 ± 1.8	16.1 ± 1.9	15.8 ± 1.8	15.2 ± 2.0
	C5/6	16.1 ± 1.8	16.3 ± 1.8	16.2 ± 2.1	16.0 ± 2.2	15.8 ± 2.3	15.0 ± 2.2
	C6/7	16.3 ± 1.7	16.8 ± 1.7	16.8 ± 1.8	16.4 ± 2.0	16.0 ± 2.2	15.4 ± 2.0
	C7/1	16.6 ± 1.5	17.1 ± 1.6	17.0 ± 1.7	16.8 ± 1.6	16.3 ± 1.8	15.9 ± 1.5
椎体高位	C3	16.7 ± 1.7	16.8 ± 1.6	16.2 ± 1.5	16.4 ± 1.6	16.2 ± 1.7	16.1 ± 1.5
	C4	16.0 ± 1.6	16.2 ± 1.5	15.9 ± 1.3	15.9 ± 1.6	15.6 ± 1.6	15.5 ± 1.5
	C5	16.3 ± 1.5	16.5 ± 1.4	16.5 ± 1.3	16.1 ± 1.5	16.1 ± 1.5	15.7 ± 1.4
	C6	16.7 ± 1.4	17.0 ± 1.4	16.9 ± 1.3	16.6 ± 1.5	16.5 ± 1.4	16.3 ± 1.5
	C7	16.7 ± 1.4	17.0 ± 1.3	17.0 ± 1.4	16.7 ± 1.3	16.4 ± 1.4	16.2 ± 1.4

女性		20 歳代	30 歳代	40 歳代	50 歳代	60 歳代	70 歳代
		平均 ± SD	平均 ± SD	平均 ± SD	平均 ± SD	平均 ± SD	平均 ± SD
椎間高位	C2/3	17.8 ± 1.5	17.4 ± 1.6	17.5 ± 1.5	17.3 ± 2.0	16.7 ± 1.7	16.6 ± 1.8
	C3/4	15.9 ± 1.4	15.6 ± 1.6	15.8 ± 1.5	15.7 ± 1.9	15.2 ± 1.7	15.1 ± 1.9
	C4/5	15.4 ± 1.6	15.2 ± 1.4	15.4 ± 1.5	15.4 ± 2.0	14.9 ± 1.8	14.7 ± 1.8
	C5/6	15.5 ± 1.6	15.2 ± 1.6	15.2 ± 1.8	15.3 ± 2.0	14.7 ± 1.9	14.4 ± 2.0
	C6/7	15.8 ± 1.6	15.8 ± 1.6	15.9 ± 1.6	15.8 ± 1.7	15.1 ± 1.8	14.9 ± 1.9
	C7/1	15.9 ± 1.6	16.0 ± 1.3	16.2 ± 1.3	16.1 ± 1.4	15.5 ± 1.3	15.5 ± 1.4
椎体高位	C3	16.1 ± 1.2	15.9 ± 1.4	16.0 ± 1.5	15.7 ± 1.6	15.1 ± 1.4	15.3 ± 1.5
	C4	15.5 ± 1.3	15.4 ± 1.4	15.4 ± 1.4	15.2 ± 1.5	14.7 ± 1.5	14.6 ± 1.4
	C5	15.7 ± 1.3	15.7 ± 1.3	15.6 ± 1.4	15.5 ± 1.6	14.9 ± 1.3	14.9 ± 1.4
	C6	16.1 ± 1.3	16.1 ± 1.3	16.0 ± 1.3	16.0 ± 1.2	15.4 ± 1.3	15.3 ± 1.5
	C7	16.0 ± 1.3	16.0 ± 1.2	16.1 ± 1.1	16.0 ± 1.3	15.3 ± 1.2	15.3 ± 1.3

「発育性脊柱管狭窄あり」と判断した.

よって, 著者らは MRI における発育性脊柱管狭窄の定義を「硬膜管内脊髄占拠率 67% 以上」とすることを提唱する．この定義によれば，MRI による発育性脊柱管狭窄を示す例は本研究の被験者 1,211 例中 156 例（13%）に相当した.

5. その他の画像所見

本研究は，無症状な健常人を対象として行ったが，脊髄圧迫像（最大狭窄部硬膜管前後径≦C5 脊髄前後径）を 64 例（5.3%）に認めた．これは 50 歳代以後増加傾向を示し，70 歳代では男性の 17%，女性の 12% に及んだ（図 10）.

それらの内, 脊髄扁平化像（最大狭窄部硬膜管前後径＜C5 脊髄前後径）を 38 例（3.1%）に認めた．これらとは別に，脊髄内 T2 高信号を 28 例（2.3%）に認めた．すなわち，無症状な健常人でも，2〜3% は手術対象となった頸椎症性脊髄症患者とほとんど差がない MRI 上の変化を呈しているということとなる.

その他の画像上の異常所見として，頸椎後縦靱帯骨化症を 5 例に，先天性癒合椎を 10 例に，後天性癒合椎を 4 例に，Arnold-Chiari 奇形を 7 例に，硬膜内髄外腫瘍を 1 例に，環軸椎亜脱臼を 1 例に認めた.

V　考　　察

理学的所見に関しては，前述のごとく，「手指 10 秒テスト」，および著者らが提唱している「10 秒足踏みテスト」に関して，年齢・性別に分けた健常人のデーターが得られた．これらは過去にこのような報告がないので，今後日常の臨床において年代別・性別で脊髄機能を評価する基準として有益であると考える.

脊柱管に関する計測値，および脊髄前後径に関する計測値で，本研究と同等の数値を示したものは CTM による計測値であった[9)10)]．すなわち，両者とも脊柱管前後径は約 12mm，脊髄前後径は約 6mm であった.

しかしながら脊髄面積に関しては，CTM では約 52 mm^2 であるのに対して，本研究での計測値は約 75mm^2 であった．一方，剖検では約 50mm^2 [11)]，0.5 Tesla の MRI では約 90mm^2 [15)] であった．剖検による数値が小さいのは標本の固定による影響が大きいと考える．MRI にて数値が大きいのは，脊髄拍動による motion artifact にて脊髄がぶれて大きく評価されるためと考える．1.5 Tesla よりも分解能が劣り，より時間のかかる機器（0.5 Tesla）にて，さらに大きな計測値が示されることはこれらの影響がより強く現れたためと考える[15)]．

本研究における MRI における計測値すべてに共通して認める傾向は年齢と共に数値が小さくなることであ

表 3　脊柱管前後径（MRI）

表 3−1：脊柱管前後径（MRI 矢状断面―単位：mm）

男性		20 歳代	30 歳代	40 歳代	50 歳代	60 歳代	70 歳代
		平均±SD	平均±SD	平均±SD	平均±SD	平均±SD	平均±SD
椎間高位	C2/3	14.4±1.4	14.5±1.4	14.0±1.4	13.9±1.3	13.8±1.6	13.6±1.6
	C3/4	13.3±1.3	13.2±1.5	12.6±1.3	12.3±1.4	12.4±1.5	11.8±1.5
	C4/5	13.0±1.4	12.9±1.5	12.4±1.3	12.1±1.4	11.9±1.6	11.3±1.6
	C5/6	12.7±1.4	12.5±1.5	11.8±1.3	11.1±1.5	11.3±1.6	11.0±1.7
	C6/7	12.9±1.5	12.9±1.4	12.5±1.3	11.8±1.7	12.0±1.6	11.8±1.7
	C7/1	14.5±1.4	14.8±1.5	14.2±1.4	13.9±1.5	14.0±1.7	13.6±1.8
椎体高位	C3	13.5±1.2	13.4±1.2	12.9±1.3	12.8±1.2	12.8±1.3	12.6±1.3
	C4	13.1±1.3	13.1±1.2	12.7±1.2	12.5±1.2	12.5±1.3	12.2±1.4
	C5	13.3±1.4	13.3±1.3	12.9±1.1	12.5±1.3	12.8±1.5	12.4±1.4
	C6	13.6±1.3	13.7±1.3	13.2±1.3	12.8±1.5	12.9±1.4	12.6±1.6
	C7	13.8±1.3	14.0±1.2	13.9±1.1	13.6±1.3	13.6±1.3	13.6±1.4

女性		20 歳代	30 歳代	40 歳代	50 歳代	60 歳代	70 歳代
		平均±SD	平均±SD	平均±SD	平均±SD	平均±SD	平均±SD
椎間高位	C2/3	14.3±1.3	13.9±1.3	13.9±1.4	13.8±1.4	13.1±1.3	13.3±1.5
	C3/4	12.9±1.2	12.5±1.3	12.5±1.2	12.5±1.3	11.9±1.3	12.0±1.6
	C4/5	12.6±1.1	12.4±1.4	12.3±1.3	12.1±1.4	11.5±1.3	11.4±1.6
	C5/6	12.6±1.1	12.2±1.3	11.6±1.4	11.4±1.3	10.9±1.3	10.8±1.6
	C6/7	12.8±1.2	12.6±1.3	12.3±1.4	12.1±1.5	11.4±1.3	11.5±1.4
	C7/1	14.0±1.3	14.1±1.4	13.9±1.4	13.7±1.5	13.4±1.4	13.5±1.5
椎体高位	C3	13.3±1.1	13.1±1.2	13.1±1.2	13.0±1.3	12.2±1.2	12.3±1.4
	C4	12.9±1.1	12.8±1.1	12.7±1.2	12.5±1.2	12.0±1.2	12.1±1.3
	C5	13.0±1.2	12.9±1.2	12.7±1.2	12.6±1.3	12.0±1.2	12.0±1.4
	C6	13.2±1.1	13.1±1.2	12.9±1.4	12.8±1.3	12.1±1.4	12.2±1.3
	C7	13.4±1.2	13.5±1.1	13.4±1.1	13.3±1.4	12.7±1.2	13.0±1.2

表 3−2：脊柱管前後径（MRI 横断面―単位：mm）

男性		20 歳代	30 歳代	40 歳代	50 歳代	60 歳代	70 歳代
		平均±SD	平均±SD	平均±SD	平均±SD	平均±SD	平均±SD
椎間高位	C2/3	15.3±1.5	15.4±1.5	15.0±1.7	14.8±1.3	14.7±1.6	14.5±1.7
	C3/4	13.5±1.2	13.4±1.3	13.0±1.2	12.8±1.3	12.8±1.4	12.5±1.5
	C4/5	13.5±1.2	13.3±1.3	12.9±1.2	12.7±1.4	12.5±1.5	12.1±1.5
	C5/6	13.3±1.3	13.1±1.4	12.6±1.3	12.0±1.5	12.1±1.5	12.0±1.5
	C6/7	13.5±1.3	13.5±1.3	13.2±1.3	12.8±1.6	12.6±1.4	12.5±1.4
	C7/1	14.9±1.4	15.0±1.3	14.7±1.4	14.4±1.5	14.3±1.4	14.0±1.5
椎体高位	C3	14.1±1.2	14.3±1.2	13.8±1.4	13.7±1.3	13.5±1.5	13.3±1.3
	C4	13.6±1.1	13.6±1.2	13.1±1.3	13.0±1.3	12.9±1.4	12.7±1.4
	C5	13.8±1.2	13.9±1.1	13.3±1.1	13.0±1.3	13.2±1.4	12.9±1.2
	C6	14.1±1.2	14.1±1.1	13.6±1.0	13.4±1.4	13.4±1.4	13.3±1.3
	C7	14.3±1.1	14.4±1.1	14.2±1.2	13.9±1.4	13.9±1.2	14.0±1.2

女性		20 歳代	30 歳代	40 歳代	50 歳代	60 歳代	70 歳代
		平均±SD	平均±SD	平均±SD	平均±SD	平均±SD	平均±SD
椎間高位	C2/3	15.0±1.3	14.8±1.4	15.0±1.5	14.6±1.5	13.8±1.4	14.2±1.6
	C3/4	13.3±1.0	13.1±1.3	13.0±1.1	12.8±1.4	12.4±1.1	12.3±1.4
	C4/5	13.0±1.1	12.9±1.4	12.9±1.3	12.6±1.4	12.1±1.2	11.9±1.3
	C5/6	13.0±1.0	12.9±1.3	12.4±1.3	12.0±1.4	11.7±1.2	11.7±1.5
	C6/7	13.5±1.1	13.4±1.3	13.2±1.3	12.7±1.4	12.2±1.2	12.3±1.4
	C7/1	14.5±1.1	14.4±1.3	14.3±1.2	14.1±1.3	13.6±1.0	13.8±1.3
椎体高位	C3	13.9±1.1	13.8±1.1	13.8±1.3	13.3±1.4	12.7±1.2	12.9±1.4
	C4	13.2±1.1	13.1±1.2	13.2±1.2	12.8±1.3	12.4±1.1	12.3±1.4
	C5	13.4±1.1	13.4±1.1	13.3±1.1	13.0±1.3	12.4±1.0	12.5±1.2
	C6	13.7±1.0	13.6±1.1	13.5±1.1	13.2±1.2	12.6±1.1	12.6±1.3
	C7	13.8±1.0	13.9±1.0	13.9±1.1	13.6±1.3	13.1±1.0	13.4±1.2

表 4 硬膜管前後径

表 4－1：硬膜管前後径（MRI 矢状断面―単位：mm）

男性		20 歳代	30 歳代	40 歳代	50 歳代	60 歳代	70 歳代
		平均 ± SD	平均 ± SD	平均 ± SD	平均 ± SD	平均 ± SD	平均 ± SD
椎間高位	C2/3	12.1 ± 1.2	12.1 ± 1.1	11.6 ± 1.3	11.6 ± 1.2	11.5 ± 1.3	11.1 ± 1.5
	C3/4	11.2 ± 1.2	11.2 ± 1.5	10.6 ± 1.3	10.3 ± 1.2	10.2 ± 1.7	9.5 ± 1.7
	C4/5	11.1 ± 1.3	10.9 ± 1.7	10.5 ± 1.4	9.9 ± 1.4	9.5 ± 1.8	8.8 ± 1.8
	C5/6	10.6 ± 1.4	10.4 ± 1.7	9.6 ± 1.4	8.7 ± 1.5	8.9 ± 1.6	8.6 ± 1.7
	C6/7	10.6 ± 1.4	10.4 ± 1.4	10.2 ± 1.3	9.4 ± 1.7	9.2 ± 1.5	9.2 ± 1.7
	C7/1	11.9 ± 1.3	11.9 ± 1.3	11.8 ± 1.3	11.2 ± 1.6	11.2 ± 1.7	10.9 ± 1.6
椎体高位	C3	11.8 ± 1.2	11.8 ± 1.1	11.3 ± 1.2	11.2 ± 1.2	11.2 ± 1.4	11.0 ± 1.3
	C4	11.7 ± 1.3	11.6 ± 1.3	11.3 ± 1.3	11.0 ± 1.2	11.0 ± 1.4	10.6 ± 1.4
	C5	11.8 ± 1.2	11.7 ± 1.4	11.4 ± 1.3	10.9 ± 1.3	11.0 ± 1.5	10.5 ± 1.4
	C6	11.7 ± 1.2	11.8 ± 1.3	11.4 ± 1.3	10.8 ± 1.5	10.7 ± 1.5	10.4 ± 1.6
	C7	12.2 ± 1.2	12.4 ± 1.2	12.4 ± 1.1	11.9 ± 1.5	12.0 ± 1.5	12.1 ± 1.4

女性		20 歳代	30 歳代	40 歳代	50 歳代	60 歳代	70 歳代
		平均 ± SD	平均 ± SD	平均 ± SD	平均 ± SD	平均 ± SD	平均 ± SD
椎間高位	C2/3	12.0 ± 1.1	11.8 ± 1.3	11.8 ± 1.2	11.5 ± 1.3	11.0 ± 1.2	11.2 ± 1.5
	C3/4	11.1 ± 1.1	11.0 ± 1.3	10.9 ± 1.2	10.6 ± 1.4	10.0 ± 1.4	9.9 ± 1.7
	C4/5	10.9 ± 1.1	10.8 ± 1.4	10.6 ± 1.3	10.3 ± 1.5	9.4 ± 1.4	9.3 ± 1.6
	C5/6	10.7 ± 1.2	10.5 ± 1.3	9.6 ± 1.4	9.4 ± 1.5	8.8 ± 1.4	8.5 ± 1.6
	C6/7	10.8 ± 1.2	10.5 ± 1.3	10.1 ± 1.3	9.6 ± 1.5	9.0 ± 1.4	9.1 ± 1.4
	C7/1	11.7 ± 1.3	11.6 ± 1.3	11.5 ± 1.2	11.1 ± 1.4	10.5 ± 1.2	10.8 ± 1.4
椎体高位	C3	11.8 ± 1.0	11.6 ± 1.1	11.6 ± 1.1	11.4 ± 1.3	10.8 ± 1.2	10.9 ± 1.4
	C4	11.5 ± 1.1	11.4 ± 1.3	11.4 ± 1.1	11.2 ± 1.3	10.6 ± 1.2	10.7 ± 1.3
	C5	11.7 ± 1.1	11.5 ± 1.3	11.4 ± 1.1	11.2 ± 1.4	10.4 ± 1.2	10.3 ± 1.4
	C6	11.8 ± 1.1	11.6 ± 1.3	11.2 ± 1.2	11.0 ± 1.3	10.3 ± 1.3	10.3 ± 1.4
	C7	12.1 ± 1.2	12.1 ± 1.1	12.0 ± 1.0	11.8 ± 1.3	11.3 ± 1.2	11.6 ± 1.2

表 4－2：硬膜管前後径（MRI 横断面―単位：mm）

男性		20 歳代	30 歳代	40 歳代	50 歳代	60 歳代	70 歳代
		平均 ± SD	平均 ± SD	平均 ± SD	平均 ± SD	平均 ± SD	平均 ± SD
椎間高位	C2/3	12.9 ± 1.5	12.9 ± 1.4	12.6 ± 1.8	12.5 ± 1.3	12.4 ± 1.6	12.2 ± 1.7
	C3/4	11.2 ± 1.2	11.1 ± 1.4	10.7 ± 1.3	10.6 ± 1.2	10.4 ± 1.4	10.0 ± 1.6
	C4/5	11.0 ± 1.2	11.0 ± 1.4	10.5 ± 1.3	10.2 ± 1.4	10.0 ± 1.6	9.3 ± 1.6
	C5/6	10.8 ± 1.3	10.6 ± 1.4	10.1 ± 1.4	9.4 ± 1.3	9.4 ± 1.4	9.2 ± 1.5
	C6/7	10.9 ± 1.4	10.9 ± 1.3	10.6 ± 1.3	9.9 ± 1.6	9.9 ± 1.4	9.8 ± 1.5
	C7/1	12.1 ± 1.3	12.2 ± 1.4	12.0 ± 1.3	11.4 ± 1.5	11.5 ± 1.5	11.2 ± 1.5
椎体高位	C3	11.9 ± 1.2	11.9 ± 1.1	11.5 ± 1.2	11.4 ± 1.1	11.2 ± 1.3	11.0 ± 1.3
	C4	11.4 ± 1.1	11.5 ± 1.2	11.0 ± 1.2	10.9 ± 1.1	10.8 ± 1.4	10.4 ± 1.5
	C5	11.6 ± 1.1	11.7 ± 1.2	11.3 ± 1.3	11.0 ± 1.3	10.9 ± 1.5	10.5 ± 1.4
	C6	11.7 ± 1.3	11.7 ± 1.3	11.4 ± 1.2	11.1 ± 1.5	10.9 ± 1.5	10.8 ± 1.5
	C7	12.2 ± 1.1	12.4 ± 1.1	12.2 ± 1.1	11.9 ± 1.4	12.0 ± 1.4	12.0 ± 1.3

女性		20 歳代	30 歳代	40 歳代	50 歳代	60 歳代	70 歳代
		平均 ± SD	平均 ± SD	平均 ± SD	平均 ± SD	平均 ± SD	平均 ± SD
椎間高位	C2/3	12.5 ± 1.4	12.4 ± 1.6	12.4 ± 1.6	12.2 ± 1.7	11.7 ± 1.4	12.1 ± 1.7
	C3/4	11.1 ± 1.1	10.9 ± 1.4	10.8 ± 1.2	10.6 ± 1.5	10.2 ± 1.3	10.0 ± 1.6
	C4/5	10.8 ± 1.1	10.7 ± 1.3	10.4 ± 1.3	10.3 ± 1.4	9.7 ± 1.2	9.5 ± 1.5
	C5/6	10.6 ± 1.1	10.5 ± 1.2	9.9 ± 1.2	9.5 ± 1.3	9.2 ± 1.3	9.1 ± 1.5
	C6/7	11.0 ± 1.1	10.9 ± 1.2	10.5 ± 1.1	10.0 ± 1.4	9.5 ± 1.3	9.5 ± 1.4
	C7/1	11.7 ± 1.2	11.8 ± 1.3	11.6 ± 1.2	11.3 ± 1.3	10.9 ± 1.0	11.2 ± 1.3
椎体高位	C3	11.6 ± 1.2	11.7 ± 1.2	11.4 ± 1.1	11.2 ± 1.4	10.8 ± 1.1	10.9 ± 1.4
	C4	11.2 ± 1.1	11.1 ± 1.3	11.0 ± 1.1	10.9 ± 1.4	10.4 ± 1.1	10.2 ± 1.4
	C5	11.4 ± 1.1	11.4 ± 1.3	11.1 ± 1.1	11.0 ± 1.6	10.4 ± 1.1	10.3 ± 1.4
	C6	11.6 ± 1.1	11.6 ± 1.2	11.2 ± 1.1	10.9 ± 1.3	10.3 ± 1.3	10.3 ± 1.4
	C7	11.9 ± 1.2	12.1 ± 1.2	11.8 ± 1.0	11.7 ± 1.2	11.1 ± 1.1	11.6 ± 1.2

表 5　硬膜管横径・面積

表 5−1：硬膜管横径（MRI 横断面―単位：mm）

男性		20 歳代	30 歳代	40 歳代	50 歳代	60 歳代	70 歳代
		平均±SD	平均±SD	平均±SD	平均±SD	平均±SD	平均±SD
椎間高位	C2/3	21.0±2.0	21.1±2.0	20.4±2.0	20.0±1.9	20.0±1.5	20.5±1.6
	C3/4	19.8±2.0	20.5±1.8	19.6±1.8	19.5±1.7	19.3±1.8	19.5±1.6
	C4/5	19.8±1.7	20.1±2.0	19.6±1.7	19.4±1.5	19.2±1.6	19.0±1.8
	C5/6	19.5±1.8	19.9±1.9	19.3±1.6	19.1±1.8	19.2±1.9	19.3±2.0
	C6/7	19.0±1.8	19.6±2.1	18.8±1.8	18.8±2.0	18.8±2.1	19.2±1.8
	C7/1	18.1±1.9	18.6±2.1	17.9±2.2	18.2±2.1	18.4±2.0	18.4±2.0
椎体高位	C3	19.9±1.8	20.2±1.8	19.4±2.1	19.2±1.7	19.4±1.5	19.9±1.6
	C4	20.4±2.1	20.7±1.9	20.2±2.0	20.1±2.1	20.3±1.7	20.7±1.7
	C5	20.3±2.0	20.9±2.0	20.3±1.8	20.3±2.0	20.6±1.8	20.7±1.7
	C6	20.1±2.0	20.6±2.3	20.1±2.1	20.1±2.3	20.3±2.0	20.6±1.9
	C7	19.6±2.0	20.0±2.1	19.5±1.9	19.5±2.0	19.8±1.9	20.1±1.9

女性		20 歳代	30 歳代	40 歳代	50 歳代	60 歳代	70 歳代
		平均±SD	平均±SD	平均±SD	平均±SD	平均±SD	平均±SD
椎間高位	C2/3	19.9±1.9	20.3±1.8	20.1±1.9	19.4±1.9	19.7±1.6	20.2±1.6
	C3/4	19.5±1.7	19.9±1.7	19.5±1.9	19.0±1.8	19.2±1.6	19.4±1.6
	C4/5	19.3±1.6	19.9±1.8	19.5±1.8	19.0±1.6	19.0±1.7	19.2±1.6
	C5/6	19.0±1.5	19.5±1.7	18.8±1.7	18.8±1.8	18.7±1.9	18.9±1.5
	C6/7	18.2±1.5	18.8±1.6	18.6±1.8	18.6±2.1	18.5±1.9	18.7±1.7
	C7/1	17.1±1.8	17.8±1.7	17.5±2.0	17.7±2.1	17.2±1.8	18.2±1.7
椎体高位	C3	19.0±1.7	19.6±1.7	19.1±1.6	18.8±1.8	19.0±1.2	19.5±1.6
	C4	19.7±1.9	20.4±1.7	20.0±2.0	19.5±1.7	19.7±1.4	20.1±1.6
	C5	19.7±1.9	20.6±1.8	19.9±1.9	19.8±1.9	19.7±1.7	20.0±1.6
	C6	19.4±1.8	20.0±1.8	19.5±1.8	19.5±2.1	19.3±1.9	19.7±1.7
	C7	18.8±2.0	19.5±1.9	18.7±2.0	18.8±2.1	18.7±1.9	19.2±1.7

表 5−2：硬膜管面積（MRI 横断面―単位：mm2）

男性		20 歳代	30 歳代	40 歳代	50 歳代	60 歳代	70 歳代
		平均±SD	平均±SD	平均±SD	平均±SD	平均±SD	平均±SD
椎間高位	C2/3	218.8±37.8	224.1±39.1	211.4±39.2	205.5±37.3	207.6±36.7	210.0±39.1
	C3/4	176.6±31.0	183.6±31.0	170.7±28.1	169.8±29.3	168.3±33.7	165.3±34.9
	C4/5	175.0±29.9	181.5±34.0	169.8±26.8	164.1±30.0	159.3±32.8	151.0±36.0
	C5/6	168.1±30.0	170.8±31.1	157.3±25.4	147.3±30.2	147.4±31.7	142.8±32.7
	C6/7	165.1±30.4	170.3±31.1	158.1±27.2	150.8±33.2	146.6±32.9	148.6±33.1
	C7/1	167.8±27.7	175.2±31.9	167.3±30.6	160.9±29.4	165.4±35.9	159.6±28.0
椎体高位	C3	192.1±32.4	196.6±28.6	185.9±29.6	181.4±30.4	181.0±29.7	186.5±30.9
	C4	187.6±31.6	194.2±31.0	181.9±29.6	182.7±32.7	181.4±32.1	180.0±31.4
	C5	189.4±33.2	196.4±33.6	184.0±28.1	185.0±33.4	187.2±32.0	181.9±32.9
	C6	187.2±33.0	194.0±35.2	184.8±29.5	181.0±37.6	179.8±35.8	179.9±32.9
	C7	184.9±31.4	195.3±32.8	189.2±27.5	186.5±34.5	188.7±34.8	193.0±28.8

女性		20 歳代	30 歳代	40 歳代	50 歳代	60 歳代	70 歳代
		平均±SD	平均±SD	平均±SD	平均±SD	平均±SD	平均±SD
椎間高位	C2/3	206.6±39.0	208.4±39.9	204.1±38.9	198.0±40.2	195.2±35.5	206.0±37.9
	C3/4	173.7±30.1	177.4±32.4	170.0±30.2	166.6±33.3	161.1±30.0	164.9±33.2
	C4/5	168.1±29.0	172.8±33.7	165.0±28.9	160.9±28.6	152.4±30.7	154.4±34.2
	C5/6	161.8±26.8	164.7±30.4	150.2±24.0	144.0±25.3	139.9±27.3	137.7±28.6
	C6/7	156.6±25.8	162.0±28.4	153.0±25.7	145.8±28.7	139.9±25.4	142.4±27.9
	C7/1	154.6±27.3	161.3±27.5	155.4±27.5	153.2±28.5	145.4±22.8	157.7±25.6
椎体高位	C3	181.8±31.1	188.0±32.0	180.5±29.5	176.1±33.0	172.5±26.4	180.0±30.3
	C4	179.0±32.1	184.3±32.9	180.4±30.3	174.5±33.3	169.9±28.5	173.3±31.4
	C5	180.0±33.8	188.0±36.9	180.0±31.5	176.7±31.9	166.7±27.2	171.1±29.9
	C6	176.8±30.0	184.5±32.6	172.5±27.9	171.7±32.0	162.5±28.2	165.0±30.8
	C7	173.6±31.5	181.7±32.6	174.7±30.2	173.3±32.3	165.0±26.7	178.0±29.4

表 6 脊髄前後径

表 6－1：脊髄前後径（MRI 矢状断面―単位：mm）

男性		20 歳代	30 歳代	40 歳代	50 歳代	60 歳代	70 歳代
		平均±SD	平均±SD	平均±SD	平均±SD	平均±SD	平均±SD
椎間高位	C2/3	6.9±0.7	7.1±0.7	7.0±0.8	6.9±0.7	7.0±0.7	6.8±0.8
	C3/4	6.9±0.8	6.8±0.8	6.5±0.8	6.4±0.8	6.3±0.8	6.0±1.1
	C4/5	6.7±0.8	6.5±0.9	6.2±0.7	6.0±0.8	5.9±0.8	5.5±1.1
	C5/6	6.4±0.8	6.2±0.8	6.0±0.8	5.5±1.0	5.6±0.9	5.4±1.1
	C6/7	5.9±0.7	5.9±0.6	5.8±0.6	5.4±0.9	5.5±0.8	5.4±0.8
	C7/1	5.7±0.6	5.8±0.6	5.6±0.6	5.4±0.7	5.6±0.6	5.4±0.7
椎体高位	C3	7.0±0.7	7.0±0.7	6.8±0.8	6.7±0.7	6.8±0.7	6.8±0.8
	C4	6.9±0.8	6.9±0.7	6.7±0.7	6.6±0.7	6.6±0.6	6.4±0.8
	C5	6.8±0.8	6.7±0.7	6.5±0.7	6.4±0.7	6.4±0.6	6.3±0.7
	C6	6.3±0.7	6.4±0.6	6.1±0.7	5.9±0.8	6.1±0.6	6.0±0.8
	C7	5.8±0.7	5.8±0.6	5.6±0.6	5.6±0.6	5.7±0.6	5.7±0.6

女性		20 歳代	30 歳代	40 歳代	50 歳代	60 歳代	70 歳代
		平均±SD	平均±SD	平均±SD	平均±SD	平均±SD	平均±SD
椎間高位	C2/3	6.7±0.7	6.9±0.7	6.9±0.7	6.9±0.8	6.7±0.7	6.7±0.8
	C3/4	6.6±0.6	6.6±0.7	6.4±0.7	6.4±0.9	6.1±0.7	6.1±0.9
	C4/5	6.4±0.7	6.3±0.8	6.2±0.7	6.2±0.9	5.8±0.8	5.7±0.9
	C5/6	6.2±0.6	6.1±0.6	5.9±0.7	5.8±1.0	5.5±0.8	5.3±1.0
	C6/7	5.9±0.7	5.8±0.7	5.7±0.6	5.6±0.8	5.4±0.6	5.4±0.8
	C7/1	5.5±0.7	5.5±0.6	5.6±0.5	5.4±0.6	5.3±0.6	5.4±0.6
椎体高位	C3	6.6±0.6	6.8±0.7	6.8±0.6	6.8±0.8	6.6±0.7	6.6±0.8
	C4	6.6±0.7	6.6±0.7	6.5±0.6	6.6±0.8	6.4±0.7	6.3±0.7
	C5	6.6±0.5	6.5±0.7	6.4±0.6	6.4±0.9	6.2±0.6	6.1±0.7
	C6	6.2±0.6	6.1±0.6	6.1±0.5	6.1±0.7	6.0±0.6	5.8±0.7
	C7	5.6±0.6	5.7±0.6	5.7±0.5	5.6±0.6	5.5±0.6	5.6±0.7

表 6－2：脊髄前後径（MRI 横断面―単位：mm）

男性		20 歳代	30 歳代	40 歳代	50 歳代	60 歳代	70 歳代
		平均±SD	平均±SD	平均±SD	平均±SD	平均±SD	平均±SD
椎間高位	C2/3	7.8±0.7	8.0±0.7	7.8±0.9	7.6±0.9	7.7±0.7	7.7±0.9
	C3/4	7.4±0.7	7.3±0.9	7.0±0.9	6.7±0.9	6.9±0.9	6.6±1.1
	C4/5	7.1±0.9	6.9±0.9	6.7±0.8	6.5±1.0	6.4±0.9	6.1±1.4
	C5/6	6.8±0.8	6.7±0.8	6.4±0.9	5.9±1.1	6.2±0.9	6.1±1.1
	C6/7	6.5±0.8	6.5±0.8	6.3±0.9	5.9±1.0	6.1±0.8	6.1±1.0
	C7/1	6.3±0.6	6.4±0.7	6.2±0.7	5.9±0.8	6.1±0.7	6.2±0.8
椎体高位	C3	7.5±0.6	7.5±0.7	7.3±0.8	7.1±0.8	7.3±0.7	7.3±0.8
	C4	7.3±0.7	7.2±0.8	7.0±0.8	6.8±0.8	6.9±0.9	6.9±1.0
	C5	7.0±0.8	7.0±0.8	6.8±0.8	6.5±0.9	6.7±0.9	6.7±1.0
	C6	6.8±0.8	6.8±0.9	6.7±0.8	6.3±0.9	6.4±0.8	6.6±0.9
	C7	6.4±0.7	6.4±0.7	6.3±0.7	6.1±0.9	6.2±0.8	6.3±0.7

女性		20 歳代	30 歳代	40 歳代	50 歳代	60 歳代	70 歳代
		平均±SD	平均±SD	平均±SD	平均±SD	平均±SD	平均±SD
椎間高位	C2/3	7.5±0.7	7.7±0.7	7.5±0.7	7.5±0.8	7.4±0.7	7.6±0.8
	C3/4	7.1±0.8	7.1±0.9	6.9±0.8	6.7±1.0	6.7±0.8	6.8±1.0
	C4/5	6.8±0.9	6.8±0.8	6.7±0.9	6.5±1.1	6.3±0.9	6.4±1.0
	C5/6	6.5±0.8	6.6±0.8	6.3±0.9	6.1±1.0	6.1±1.0	6.1±1.1
	C6/7	6.5±0.8	6.4±0.7	6.4±0.7	6.0±0.9	6.0±1.0	6.1±1.0
	C7/1	6.2±0.6	6.1±0.6	6.1±0.6	6.0±0.7	6.0±0.7	6.3±0.7
椎体高位	C3	7.3±0.7	7.4±0.8	7.3±0.7	7.0±0.8	7.0±0.7	7.1±0.8
	C4	7.1±0.9	7.1±0.8	6.9±0.7	6.8±0.9	6.6±0.9	6.8±0.8
	C5	6.8±0.8	6.8±0.8	6.7±0.8	6.6±0.9	6.4±0.8	6.6±0.9
	C6	6.7±0.8	6.6±0.7	6.6±0.8	6.4±0.9	6.3±0.8	6.6±0.9
	C7	6.3±0.7	6.3±0.7	6.2±0.7	6.1±0.7	6.1±0.8	6.3±0.8

表 7　脊髄横径・面積

表 7−1：脊髄横径（MRI 横断面―単位：mm）

男性		20 歳代	30 歳代	40 歳代	50 歳代	60 歳代	70 歳代
		平均±SD	平均±SD	平均±SD	平均±SD	平均±SD	平均±SD
椎間高位	C2/3	12.6±0.8	12.6±0.8	12.6±0.9	12.2±0.8	12.3±0.8	12.2±0.8
	C3/4	13.2±0.9	13.3±0.8	13.3±1.1	13.0±0.9	13.0±0.9	13.0±1.0
	C4/5	13.8±1.0	13.8±0.9	13.6±1.1	13.4±1.0	13.4±1.0	13.0±1.4
	C5/6	13.5±0.9	13.5±0.9	13.2±1.1	13.0±1.1	13.2±1.0	12.9±1.3
	C6/7	12.5±0.9	12.7±1.0	12.3±1.1	12.1±1.1	12.3±1.0	12.1±1.1
	C7/1	10.6±0.9	10.7±0.8	10.5±1.0	10.3±0.9	10.6±0.8	10.4±0.9
椎体高位	C3	12.8±0.8	12.8±0.8	12.7±1.1	12.5±0.8	12.6±0.8	12.5±0.8
	C4	13.6±0.9	13.7±0.9	13.6±1.1	13.4±1.0	13.4±0.9	13.5±1.1
	C5	13.7±1.0	13.7±0.8	13.4±1.1	13.3±1.0	13.5±0.8	13.4±1.1
	C6	13.2±0.8	13.2±0.9	13.0±1.0	12.8±1.1	13.1±1.0	12.9±1.1
	C7	11.6±0.9	11.7±1.0	11.4±1.2	11.3±1.1	11.5±0.9	11.5±1.1

女性		20 歳代	30 歳代	40 歳代	50 歳代	60 歳代	70 歳代
		平均±SD	平均±SD	平均±SD	平均±SD	平均±SD	平均±SD
椎間高位	C2/3	12.1±0.7	12.2±0.8	12.1±0.8	12.0±1.1	11.9±0.6	12.1±0.7
	C3/4	12.7±0.9	12.8±1.0	12.8±0.9	12.7±1.2	12.6±0.8	12.8±1.1
	C4/5	13.4±0.9	13.5±1.0	13.4±0.9	13.3±1.1	13.1±0.9	13.4±0.9
	C5/6	13.1±0.9	13.2±0.9	12.9±1.1	12.9±1.2	12.6±0.9	13.0±1.0
	C6/7	12.2±0.9	12.2±0.9	12.1±1.0	12.1±1.3	11.7±1.0	12.2±0.9
	C7/1	10.1±0.9	10.3±0.9	10.2±0.8	10.2±1.2	9.9±0.8	10.4±0.9
椎体高位	C3	12.3±0.8	12.4±1.0	12.4±0.9	12.3±1.1	12.2±0.7	12.4±0.8
	C4	13.2±0.9	13.4±1.0	13.2±1.0	13.2±1.2	13.0±0.9	13.2±1.0
	C5	13.2±0.9	13.4±1.0	13.2±0.9	13.3±1.2	12.9±0.9	13.3±1.0
	C6	12.7±0.8	12.9±0.9	12.7±0.9	12.7±1.2	12.3±0.9	12.8±0.9
	C7	11.1±0.9	11.3±1.1	11.1±1.0	11.2±1.3	10.7±0.9	11.4±1.0

表 7−2：脊髄面積（MRI 横断面―単位：mm2）

男性		20 歳代	30 歳代	40 歳代	50 歳代	60 歳代	70 歳代
		平均±SD	平均±SD	平均±SD	平均±SD	平均±SD	平均±SD
椎間高位	C2/3	77.9±8.0	80.1±7.7	79.5±10.1	77.5±8.7	77.4±8.0	76.5±9.1
	C3/4	78.0±8.5	79.9±8.7	78.1±10.6	75.5±9.9	76.3±10.7	73.7±10.1
	C4/5	79.3±8.5	81.3±10.6	78.5±9.3	75.9±11.3	74.9±10.4	69.7±15.0
	C5/6	74.6±8.8	75.4±10.3	72.3±10.4	66.3±12.9	68.5±11.2	66.5±12.4
	C6/7	64.9±9.2	66.0±8.8	63.8±9.4	61.5±10.9	62.7±9.3	61.8±11.3
	C7/1	54.0±6.6	55.6±6.9	54.1±7.7	51.1±8.0	53.2±6.4	53.1±6.7
椎体高位	C3	76.3±6.8	78.4±7.9	76.8±9.2	74.8±8.9	75.2±8.1	75.0±8.5
	C4	80.2±8.8	82.3±9.4	80.2±9.2	78.5±10.0	79.0±10.0	78.2±8.9
	C5	79.0±8.6	80.9±9.4	78.8±9.6	76.1±9.7	77.8±8.5	76.0±9.5
	C6	71.1±7.7	74.3±9.6	71.3±8.0	69.8±10.1	70.5±8.0	69.8±9.5
	C7	59.1±7.4	60.4±8.1	58.7±9.1	57.3±9.0	58.3±7.3	58.4±8.2

女性		20 歳代	30 歳代	40 歳代	50 歳代	60 歳代	70 歳代
		平均±SD	平均±SD	平均±SD	平均±SD	平均±SD	平均±SD
椎間高位	C2/3	72.4±6.8	74.8±8.6	73.9±7.8	73.0±8.1	71.4±7.5	73.6±8.2
	C3/4	74.0±8.0	75.4±8.9	75.0±8.6	72.7±9.7	70.1±8.9	71.9±9.5
	C4/5	75.4±8.7	76.7±9.4	76.1±9.7	74.7±11.3	70.6±10.0	72.3±11.8
	C5/6	72.4±9.2	72.8±10.3	70.6±9.9	68.0±11.8	64.6±11.0	65.5±12.7
	C6/7	62.7±10.0	63.5±10.1	63.0±9.2	60.3±10.2	58.2±9.1	60.6±10.4
	C7/1	51.3±7.4	52.3±7.8	51.0±5.8	50.9±7.1	48.6±6.1	52.3±7.7
椎体高位	C3	72.1±7.0	74.3±8.9	72.9±7.6	71.7±7.9	70.2±7.3	71.9±8.1
	C4	75.5±8.2	78.7±9.1	77.4±8.2	76.0±10.2	73.2±8.1	75.4±9.8
	C5	74.8±8.7	77.3±9.0	75.8±8.5	74.7±10.8	71.5±8.3	72.8±9.7
	C6	68.7±8.5	69.9±8.8	69.7±8.9	68.3±10.0	65.2±8.0	68.2±9.2
	C7	56.1±8.5	56.6±8.5	56.6±7.9	56.2±7.4	53.0±7.1	57.3±8.3

表 8　硬膜管内脊髄占拠率

（MRI 矢状断面―単位：%）

男性		20 歳代	30 歳代	40 歳代	50 歳代	60 歳代	70 歳代
		平均 ± SD	平均 ± SD	平均 ± SD	平均 ± SD	平均 ± SD	平均 ± SD
椎間高位	C2/3	57.7 ± 6.4	59.0 ± 6.6	60.4 ± 6.4	59.9 ± 5.9	61.1 ± 6.9	62.1 ± 7.1
	C3/4	61.9 ± 6.5	61.3 ± 7.3	61.4 ± 6.5	61.8 ± 5.9	62.0 ± 7.0	62.9 ± 7.8
	C4/5	60.4 ± 7.1	59.9 ± 7.0	60.1 ± 6.1	61.1 ± 5.7	63.2 ± 7.6	62.5 ± 7.4
	C5/6	60.7 ± 7.2	60.9 ± 7.6	62.8 ± 7.5	62.9 ± 7.8	63.3 ± 7.7	63.4 ± 7.5
	C6/7	56.1 ± 7.3	57.6 ± 7.1	57.3 ± 7.0	58.0 ± 8.4	60.0 ± 7.4	60.1 ± 7.6
	C7/1	48.6 ± 6.1	49.1 ± 7.0	48.0 ± 6.5	58.9 ± 7.3	50.5 ± 7.8	49.9 ± 8.1
椎体高位	C3	59.5 ± 7.1	59.8 ± 6.6	60.0 ± 6.1	60.6 ± 6.0	61.4 ± 6.2	62.2 ± 7.0
	C4	59.7 ± 6.8	59.9 ± 6.6	59.5 ± 6.1	59.9 ± 6.6	60.3 ± 6.4	60.9 ± 6.7
	C5	58.0 ± 7.0	57.8 ± 7.1	58.0 ± 7.5	58.7 ± 6.1	58.8 ± 6.9	60.3 ± 7.3
	C6	54.6 ± 6.4	54.8 ± 7.5	54.1 ± 6.8	55.4 ± 7.4	58.1 ± 8.0	57.9 ± 7.8
	C7	47.3 ± 6.2	47.4 ± 6.3	45.7 ± 5.8	47.6 ± 7.1	48.1 ± 7.5	47.3 ± 6.8

女性		20 歳代	30 歳代	40 歳代	50 歳代	60 歳代	70 歳代
		平均 ± SD	平均 ± SD	平均 ± SD	平均 ± SD	平均 ± SD	平均 ± SD
椎間高位	C2/3	55.8 ± 6.9	58.5 ± 6.4	59.1 ± 6.3	59.8 ± 6.2	61.3 ± 6.3	60.8 ± 7.3
	C3/4	59.8 ± 6.0	60.6 ± 6.3	59.8 ± 6.4	61.2 ± 6.3	61.9 ± 6.4	61.8 ± 7.0
	C4/5	58.7 ± 6.8	58.5 ± 7.1	58.6 ± 6.0	60.5 ± 6.2	62.4 ± 7.2	61.9 ± 7.7
	C5/6	58.3 ± 6.6	58.5 ± 7.5	61.8 ± 6.9	61.7 ± 6.9	63.6 ± 6.2	63.0 ± 7.8
	C6/7	54.5 ± 7.1	55.7 ± 7.3	57.8 ± 7.4	58.8 ± 7.8	60.2 ± 6.8	60.1 ± 8.1
	C7/1	47.7 ± 6.1	48.1 ± 6.2	49.1 ± 6.6	49.3 ± 7.0	50.9 ± 6.2	51.1 ± 7.8
椎体高位	C3	56.8 ± 6.2	58.9 ± 6.3	59.1 ± 6.2	59.8 ± 6.7	61.4 ± 6.5	60.8 ± 7.4
	C4	57.8 ± 6.5	58.6 ± 6.4	57.7 ± 6.0	59.1 ± 6.8	60.1 ± 6.8	59.7 ± 7.2
	C5	56.4 ± 6.5	56.7 ± 6.7	56.6 ± 6.5	57.6 ± 6.2	60.5 ± 6.7	59.9 ± 7.5
	C6	52.3 ± 6.1	53.6 ± 7.1	55.1 ± 6.0	55.4 ± 6.9	58.6 ± 6.9	57.3 ± 8.2
	C7	46.7 ± 6.2	47.6 ± 5.3	48.1 ± 5.9	47.7 ± 6.2	49.6 ± 7.0	49.0 ± 7.6

る．その傾向は椎体高位に比べて椎間高位にて明白であり，特に C5/6 椎間を中心に認められることである．この理由としては，主に以下の 3 つの要因があると考える．まず，頸椎の変性変化は椎間を主体として進行し，その変化は C5/6 椎間を中心に生じることが挙げられる．次いで，加齢とともに脊髄も萎縮することが脊髄に関する計測値には関与すると考える．そして，現在の高齢者は現在の若年者に比べて元々体格が小さいので，頸椎・頸髄も若年者に比べて元々小さいということも関与すると考える．

また，本研究では MRI による発育性脊柱管狭窄（developmental stenosis）の定義を提唱した．そして，MRI における発育性脊柱管狭窄を，「硬膜管内脊髄占拠率 67% 以上」とすることを提唱した．これは日常の臨床において，矢状断 MRI に 2 カ所メジャーを当てるだけで評価可能な簡便な方法である．前述のごとく，単純 X 線と異なり MRI では脊髄も硬膜管も評価可能であるし，脊髄の太さには個人差があるので，脊髄と硬膜管（contents & container）との相対的な関係にて，発育性脊柱管狭窄を評価することの方が実際的と考える．

無症状な健常人を対象として行ったが，脊髄圧迫像を約 5% に認めた．それらの内，脊髄扁平化像を約 3% に認めた．これらとは別に，脊髄内 T2 高信号を約 2% に認めた．すなわち，無症状な健常人でも，2〜3% は手術対象となった頸椎症性脊髄症患者とほとんど差がない MRI 上の変化を呈しているということとなる．従来，脊椎変性疾患の画像に関しては，画像から症状や所見は推察しがたいといわれているが，本研究でもこれを実証したこととなる．また，脊髄圧迫像と年齢との関係から考えるに，将来的に頸椎ドックを一般に広めるならば，40 歳代での初回施行を勧めるのがよいのではないかと考える．

VI　ま と め

（1）頸椎症性脊髄症や非骨傷性頸髄損傷の原因となる頸部脊柱管狭窄症を評価する基準として，健常日本人の頸部脊柱管および頸髄の年齢・性別に分けた MRI の標準値を提示した．

（2）圧迫性頸髄症の神経機能評価方法の定量評価として用いられている「手指 10 秒テスト」と著者らが提唱している「10 秒足踏みテスト」の年齢・性別に分けた健常日本人の標準値を提示した．

（3）MRI による硬膜管，脊髄前後径，脊髄面積などの計測値は年齢と共に数値が小さくなる傾向を認めた．その傾向は椎体高位に比べて，椎間高位にて明白であり，特に C5/6 椎間を中心に認められた．

（4）MRI による発育性脊柱管狭窄（developmental stenosis）の定義を「硬膜管内脊髄占拠率 67% 以上」と

することを提唱した．

(5)健常人でも 50 歳以後に脊髄圧迫像を呈する例が増加するので，今後頸椎ドックを一般に広めるならば，40 歳代での初回施行を勧めるのがよいのではないかと考える．

付記：①この研究は独立行政法人・労働者健康福祉機構の【労災疾病等 13 分野医学研究・開発，普及事業 「せき髄損傷」分野】として行った．

②この論文の要旨は第 55 回日本職業・災害医学会（2007 年）と第 56 回日本職業・災害医学会（2008 年）にて発表した．

文　献

1）新宮彦助：日本における脊損発生の疫学調査．日パラ医誌　6（1）：24―25, 1993.
2）新宮彦助：日本における脊損発生の疫学調査　第 2 報．日パラ医誌　7（1）：18―19, 1994.
3）新宮彦助：日本における脊損発生の疫学調査　第 3 報．日パラ医誌　8（1）：26―27, 1995.
4）新宮彦助：疫学的調査よりみた高齢者脊髄損傷．日パラ医誌　8（1）：28―29, 1995.
5）Shingu H, Ikata T, Katoh S, et al: Spinal cord injuries in Japan: a nationwide epidemiological survey in 1900. Paraplegia 32: 3―8, 1994.
6）植田尊善：中心性頸髄損傷の臨床と疫学―非骨傷性頸髄損傷を中心に．脊椎脊髄　21（5）：562―565, 2008.
7）肥後　勝，酒匂　崇，鈴木悠史，他：頸部脊柱管狭窄症の脊柱管前後径に関する X 線学的検討．臨整外　19（4）：361―366, 1984.
8）肥後　勝：頚部脊柱管狭窄症の頚部脊柱管前後径に関する X 線学的検討．日整会誌　61：455―465, 1987.
9）木村　功，新宮彦助，那須吉郎，他：頸椎・脊髄損傷の頸椎脊柱管 CT 像．臨整外　18（5）：541―551, 1983.
10）Thijssen HOM, Keyser A, Horstink MWM, et al: Morphology of the cervical spinal cord on computed myelography. Neuroradiology 18: 57―62, 1979.
11）Kameyama T, Hashizume Y, Ando T, et al: Morphometry of the normal cadaveric cervical spinal cord. Spine 19: 2077―2081, 1994.
12）小野啓郎：Myelopathy hand と頸髄症の可逆性，別冊・整形外科 2 「頸椎外科の進歩」．小野村敏信，林浩一郎編．東京，南江堂，1982, pp 10―17.
13）湯川泰紹，加藤文彦，伊藤圭吾，他：圧迫性頸髄症の新しい定量的評価方法―10 秒足踏みテスト―．日整会誌　81（4）：S554, 2007.
14）Yukawa Y, Kato F, Ito K, et al: “Ten Second Step Test” as a New Quantifiable Parameter of Cervical Myelopathy. Spine 32 (1): 82―86, 2008.
15）石川雅之，松本守雄，小川祐人，他：健常者における頸椎椎間板および頸髄の加齢変化．日脊会誌　15（1）：55, 2004.

別刷請求先　〒455-8530　名古屋市港区港明 1―10―6
独立行政法人・労働者健康福祉機構中部労災病院整形外科
加藤　文彦

Reprint request:
Fumihiko Kato
Department of Orthopedic Surgery, Chubu Rosai Hospital, 1-10-6, Komei, Minato-ku, Nagoya City, Aichi Prefecture, 455-8530, Japan

Normal Morphology of the Cervical Spinal Cord and Spinal Canal Using MRI in Japanese

Fumihiko Kato[1], Yasutsugu Yukawa[1], Kota Suda[2], Masatsune Yamagata[3] and Takayoshi Ueta[4]
[1]Department of Orthopedic Surgery, Chubu Rosai Hospital
[2]Department of Orthopedic Surgery, Hokkaido Chuo Rosai Hospital Sekison Center
[3]Department of Orthopedic Surgery, Chiba Rosai Hospital
[4]Department of Orthopedic Surgery, Spinal Injuries Center

【Purpose】 To establish standard MRI values for the cervical spinal canal, dural tube, and spinal cord in healthy Japanese subjects and to define developmental stenosis of the cervical spinal canal based on MRI data. To establish standard values for "finger grip and release in 10 seconds (G and R test)" and "10 second step test" in healthy Japanese subjects.

【Method】 There were approximately 100 volunteers representing each gender and generation, including persons aged in their 20s to 70s. The sagittal diameter of the spinal canal, and the sagittal diameter and axial area of the dural tube and spinal cord were measured on MRIs of 1,211 subjects. From this data, we calculated the spinal cord occupation rate in the dural tube for defining developmental stenosis of the cervical spinal canal. "Finger grip and release in 10 seconds (G and R test)" and "10 second step test" were also examined on 1,211 subjects.

【Result】 The spinal canal diameter in sagittal images for all ages at the C5/6 intervertebral disc level was 11.7 ± 1.6mm in males and 11.6 ± 1.5mm in females, while that at the C5 vertebral body level was 12.9 ± 1.4mm in males and 12.5 ± 1.3mm in females. Dural tube diameter in sagittal images for all ages at the C5/6 intervertebral disc level was 9.5 ± 1.8mm in males and 9.6 ± 1.6mm in females, while that at the C5 vertebral body level was 11.2 ± 1.4mm in males and 11.1 ± 1.4mm in females. Dural tube area in axial images for all ages at the C5/6 intervertebral disc level was 155.7 ± 32.1mm^2 in males and 149.6 ± 29.0mm^2 in females, while that at the C5 vertebral body level was 187.4 ± 32.6mm^2 in males and 177.0 ± 32.7mm^2 in females. Spinal cord diameter in sagittal images for all ages at the C5/6 intervertebral disc level was 5.9 ± 1.0mm in males and 5.8 ± 0.9mm in females, while that at the C5 vertebral body level was 6.5 ± 0.7mm in males and 6.4 ± 0.7mm in females. Spinal cord area in axial images for all ages at the C5/6 intervertebral disc level was 70.6 ± 11.7mm^2 in males and 68.9 ± 11.3mm^2 in females, while that at the C5 vertebral body level it was 78.1 ± 9.4mm^2 in males and 74.4 ± 9.4mm^2 in females. The sagittal diameter of the spinal canal, and the sagittal diameter and axial area of the dural tube and spinal cord tended to decrease with age. This tendency was more marked at the intervertebral disc level than at the vertebral body level, especially around the C5/6 intervertebral disc level. The spinal cord occupation rate in the dural tube at the C5 vertebral body level averaged 58.3 ± 7.0%. We propose that developmental stenosis of the cervical spinal canal in MRI can be defined as an occupation rate of the dural tube of more than 67%. Using this definition, developmental stenosis of the cervical spinal canal was present on MRI in 13% of subjects in this study. The average number of G and R test was 22.0 ± 5.7 in right hand, 22.3 ± 5.6 in left hand. The average number of 10 second step test was 19.7 ± 3.4. The number of these tests decreased with age.

【Conclusion】 Using MRI data, we established standard values for the cervical spinal canal, dural tube, and spinal cord for each gender and generation in the Japanese population. We propose a spinal cord occupation rate of greater than 67% of the dural tube based on MRI data as the criterion for diagnosing developmental stenosis of the cervical spinal canal. We established standard values for "finger grip and release in 10 seconds (G and R test)" and "10 second step test" in healthy Japanese subjects.

(JJOMT, 58: 52—64, 2010)

©Japanese society of occupational medicine and traumatology http://www.jsomt.jp