

Morfometria do canal vertebral no segmento cervical em militares jovens assintomáticos

Morphometry of the spinal canal at cervical region in asymptomatic military young men

AUGUSTIN MALZAC¹, TARCÍSIO ELOY PESSOA DE BARROS FILHO²

RESUMO

A medição do diâmetro sagital do canal vertebral é parte integrante da avaliação diagnóstica de estenose da coluna cervical. Antes de identificar a morfometria anormal é necessário estabelecer valores normais para uma população específica. A estenose do canal cervical pode se converter em fator agravante na vigência de um "trauma menor" na cabeça ou no pescoço, aumentando o risco de dano medular especialmente naqueles que praticam esporte de contato. Foram selecionadas de maneira prospectiva e randomizada quinhentas radiografias em perfil da coluna cervical de militares jovens assintomáticos na faixa etária dos 18 aos 20 anos, agrupados em cem em cada região geográfica, nas cidades de Manaus, Recife, São Paulo, Porto Alegre e Campo Grande. A primeira parte deste estudo estabelece valores normais para a morfometria da coluna cervical. A segunda parte identifica a precisão do índice de TORG para detectar um canal estreito. O valor médio normal encontrado para o diâmetro sagital de C3 foi 18,27mm, C4 17,98mm, C5 18,33mm e 18,76mm em C6. O índice de TORG mostrou ser um método sensível e possui alto valor preditivo positivo, tendo sido observado presença de índice de TORG anormal (menor ou igual a 0,8) em 14,4% das radiografias analisadas.

Descritores: Estenose espinhal; vértebras cervicais

INTRODUÇÃO

As lesões medulares da coluna cervical decorrentes do esporte, têm despertado crescente atenção dos pesquisadores, especialmente porque acometem jovens saudáveis durante a prática das mais variadas atividades físicas, sobretudo quando envolvem colisão ou contato corporal que ao sofrerem o traumatismo, apresentam quadro clínico extremamente dramático, a tetraplegia transitória ou neurapraxia medular^(43,44,45,47,49,50). Em geral, nesta situação a radiografia da coluna cervical não apresenta qualquer sinal de fratura ou luxação^(2,3,4,5,6,8,18,19,20,22,24,29,37,38,42).

SUMMARY

Spinal canal measurements obtained from radiographic imaging studies are an integral part of diagnostic evaluation of cervical spine stenosis. Before abnormal spinal morphometry can be determined, it is first necessary to establish normal values for the specific patient population being evaluated. Cervical spinal canal stenosis increase risk of quadriplegia after "minor trauma" in the head or neck, mainly in athletes who participate in contact or collision sports. Prospective and random selection of 500 plain film of the lateral cervical spine in young military population in age group 18-20 years old. Those were performed a hundred set of film were for each geographic region, including Manaus, Recife, São Paulo, Porto Alegre and Campo Grande. The first part of this study established normal values for cervical morphometry. The second part determined the most accurate screening method for detecting cervical spinal stenosis. Normal spinal canal mean value for C3 was 18,27mm, C4 17,98mm, C5 18,33mm and 18,76mm in C6. The TORG ratio was evaluated as a method to detect significant cervical spinal stenosis and was shown to have sensitivity and high positive predictive value. It was observed TORG's ratio of 0,80 or less in 14,4% of the X-rays.

Key Words: Spinal stenosis; cervical vertebrae

INTRODUCTION

Sports cervical medullary injuries have growing interest from researchers, particularly for involving healthy young people during a variety of physical activities, mostly when involving collision or physical contact, who once have a traumatism present an extremely dramatic clinical picture of transient tetraplegia or medullary neuro-apraxia^(43,44,45,47,49,50). In this situation, cervical spine radiograph generally doesn't have any sign of fracture or dislocation^(2,3,4,5,6,8,18,19,20,22,24,29,37,38,42).

Trabalho realizado no Instituto de Ortopedia e Traumatologia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo - São Paulo - SP

1- Pós-Graduando

2- Professor Associado e Diretor do Serviço de Coluna Vertebral

Endereço para correspondência: Rua Marte, 300 - Bairro Vila Planalto
Campo Grande - MS - CEP 79110-222 - E-mail: augustin_malzac@hotmail.com

Trabalho recebido em 29/07/2002. Aprovado em 31/07/2002

Work performed at Instituto de Ortopedia e Traumatologia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo - São Paulo - SP

1- Post-graduate student

2- Associate Professor and Director of Spine Surgery Service

Address: Rua Marte, 300 - Bairro Vila Planalto
Campo Grande - MS - CEP 79110-222 - E-mail: augustin_malzac@hotmail.com

Nos Estados Unidos da América a preocupação, inicialmente, foi maior, em razão do crescente número de vítimas durante a prática de seu futebol, de tal forma que foi criada uma organização para estudar os tipos, a incidência e as causas de tais lesões. Assim, surgiu o "Comitê para Estudo das Lesões e Fatalidades da Associação dos Árbitros de Futebol Americano"⁽³³⁾, cuja equipe médica estabeleceu novos regulamentos, regras para seleção dos atletas, modificações nos equipamentos individuais de proteção, condutas para pronto atendimento e diagnóstico precoce. A consequência destas medidas foi um declínio importante no número desse tipo de lesão.

Posteriormente, o "Centro Nacional para Estudos das Lesões Catastróficas no Esporte"^(7,39,40,41,54) passou a coletar dados de maneira mais global, abrangendo as mais diversas modalidades de atividades esportivas, nas quais ocorriam tais lesões neurológicas, uma vez que esta entidade nosológica passou a ser identificada em outros esportes, como: salto em altura, salto ornamental, equitação, ginástica olímpica, hóquei, futebol, lutas, etc.

As referências epidemiológicas nos Estados Unidos da América mostram que a incidência de lesões da coluna vertebral durante atividade física sem supervisão, pode chegar a 10% em atividades classificadas como recreação, como é o caso do surfe, mergulho, etc. Nas situações em que há orientação técnica a incidência gira entre 0,6 a 1,0%^(7,22).

A relação entre o fenômeno clínico da tetraplegia transitória e a presença de estenose do canal vertebral cervical ocorreu inicialmente nos anos setenta com o trabalho de PENNING^(30,31) pela associação com o que ocorre nas mielopatias por espondilose. A diferença estava exatamente no fato de que, neste último, os fatores compressivos eram decorrentes das estruturas degeneradas, como hipertrofia dos ligamentos amarelo e longitudinal posterior e facetas articulares, bem como osteofitose, enquanto que na tetraplegia transitória que ocorre em jovens, o estreitamento deve-se à alteração congênita da vértebra, com conseqüente redução das dimensões do canal.

Vários autores tentaram estabelecer medidas para a normalidade do diâmetro sagital do canal vertebral na região cervical, em radiografias simples na incidência de perfil, com a finalidade de caracterizar valores normais deste segmento, ignorando a magnificação radiográfica que ocorre neste tipo de exame. Pela distância entre o foco-filme e o indivíduo-filme, houve discrepância nos parâmetros, que variou de treze milímetros, preconizado por WOLF⁽⁵⁶⁾, quinze por EPSTEIN^(13,14) até dezoito e meio por COUNTEE et al. (apud PAVLOV et al.)⁽²⁹⁾. Isto levou os autores, a partir dos anos oitenta, a investigar métodos diagnósticos radiográficos que fossem confiáveis e facilmente reproduzíveis por diferentes examinadores, sem a influência da distorção.

TORG et al., em 1986, estabeleceram um método que consiste na razão canal-corpo, pela medida em radiografia simples em perfil da região cervical, do diâmetro sagital do canal vertebral pelo comprimento antero-posterior do corpo, no seu ponto médio. Desta maneira não há relevância do fator magnificante, uma vez que a distorção é proporcional.

No Brasil, as considerações epidemiológicas para as lesões da coluna cervical no esporte ainda estão restritas ao estado de São Paulo, onde há casos publicados na literatura especializada⁽³⁾ e estudo populacional com investigação da incidência de estenose do canal vertebral⁽²⁾.

Os objetivos desta pesquisa são:

1. Estabelecer valores normais para o diâmetro sagital do

In USA the initial concern was higher because of the growing number of victims during football practice, so leading to the creation of an organization to study the incidence and causes of these injuries. This way it was founded the "Injuries and Fatalities Study American Football Referees Association Committee"⁽³³⁾. Their medical team established new regulations for athlete selection, changes in individual protection equipments, conduct for emergency attention, and early diagnosis. The consequence of these measures was an important reduction in the incidence of this kind of injury.

Later the "National Center for Study of Catastrophic Sports Injuries"^(7,39,40,41,54) started to collect data more globally, reaching different sport activities once this problem started to be identified in other sports.

The epidemiological references in USA demonstrate that spinal injuries during physical activity without supervision can reach 10% in activities considered as recreational as surf, diving, and others. Under technical orientation, the incidence is between 0.6 and 1.0%^(7,22).

The relationship between the transient tetraplegia clinical picture and the presence of spine canal stenosis was initially established by PENNING^(30,31) in the seventies for the relationship it occurs in myelopathies due to spondilosis. The difference resided exactly in that in this case, compressive factors due to degenerated structures such as yellow and posterior longitudinal ligament hypertrophy, articular facets as well as osteophytes while in transient tetraplegia in young the narrowing is due to a congenital vertebral deformity, with a consequent spine canal diameter reduction.

Several authors tried to establish normal measurements of the sagittal diameter of the spinal canal at cervical region in plain radiographs in lateral view aiming to define normal values in this segment, ignoring the radiographic enlargement occurring in this kind of test. Due to the distance between the focus-film-individual, there were parameters discrepancy ranging from 13 mm, as defined by WOLF⁽⁵⁶⁾, 15 mm (EPSTEIN^(13,14) up to 18.5 mm by COUNTEE et al. (apud PAVLOV et al.)⁽²⁹⁾. This led the authors, starting from the eighties, to investigate radiographic diagnostic methods, which could be easily reproducible by different examiners, without influence of distortion.

TORG et al, in 1986, established a method consisting in a proportion canal-body, by measurement in plain lateral cervical spine radiograph, the sagittal diameter of the spine canal by the anterior-posterior length of the body, at its mean point. In this way there is no relevance for the enlarging factor, once the distortion is proportional.

In Brazil, epidemiological considerations for sport cervical spine injuries are still restricted to Sao Paulo State, where there are published cases⁽³⁾ and a populational study evaluating the incidence of spinal canal stenosis⁽²⁾.

The aims of this study are:

1. Establish normal values for the sagittal diameter of the cervical spine canal, measured in plain radiographs in five hundred young asymptomatic Brazilian military men who regularly practiced sports involving collision and physical contact.

canal cervical da coluna vertebral, cuja medição foi realizada em radiografia simples, em quinhentos jovens militares brasileiros assintomáticos, os quais praticavam regularmente esportes que envolvem colisão ou contato corporal.

2. Identificar a precisão do índice de TORG para detectar canal estreito da coluna cervical.

3. Avaliar as regiões brasileiras quanto à incidência de estenose vertebral.

CASUÍSTICA E MÉTODOS

O estudo de 500 radiografias da coluna cervical na incidência em perfil foi realizado de maneira prospectiva e a seleção randomizada, pelo voluntariado de soldados, do sexo masculino, nativos de onde haviam sido incorporados para servir ao Exército Brasileiro.

Agrupados por cem em cada região geográfica, nas cidades de Manaus, Recife, São Paulo, Porto Alegre e Campo Grande, capitais escolhidas aleatoriamente para representar respectivamente o Norte, Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste, durante o decorrer do ano 2000.

A preleção geral sobre o tema da pesquisa foi ministrada nos quartéis onde habitualmente os exercícios que envolvem colisão ou contato corporal eram rotina diária. Casualmente os voluntários eram identificados e aqueles que referiam algum sintoma neurológico, doença e/ou cirurgia prévia relacionadas com a coluna cervical, foram excluídos. Os que fizeram parte do estudo preencheram e assinaram o termo de consentimento pós-informação, conforme resolução do Conselho Nacional de Saúde nº 196 de 10 de outubro de 1996.

Os voluntários eram todos do sexo masculino, na faixa etária dos 18 aos 20 anos, brasileiros natos, sem distinção de cor ou raça.

O tipo físico dos voluntários estava dentro de parâmetros regulamentares para ingresso nas fileiras das Forças Armadas, conforme (Tabela 1). Estas referências são utilizadas como base para o exame de seleção, respeitados o biótipo individual e as devidas proporcionalidades dos membros superiores e inferiores.

As radiografias foram realizadas nos hospitais militares de Manaus, Recife, São Paulo, Porto Alegre e Campo Grande. Os voluntários estavam sempre em posição ortostática de pé, com a cabeça mantida em posição neutra, com o ombro esquerdo encostado no filme que se encontrava a uma distância de 183cm (72 polegadas) da ampola de raios-X (foco). Necessariamente o filme abrangia a base do crânio e a transição cervicotorácica.

As radiografias foram realizadas nos hospitais militares de Manaus, Recife, São Paulo, Porto Alegre e Campo Grande. Os voluntários estavam sempre em posição ortostática de pé, com a cabeça mantida

2. Identify the precision of TORG's index for detecting cervical spine narrow canal.

3. To evaluate the Brazilian regions in regard to incidence of spinal stenosis.

CASES AND METHODS

A prospective study of 500 plain lateral radiographs of the cervical spine of volunteered male soldiers, born at the region where they were serving the Brazilian Army.

Grouped by one hundred in each geographic region, at the cities of Manaus, Recife, Sao Paulo, Porto Alegre and Campo Grande, random picked Capitals for representing, respectively, North, Northeast, Southeast, South and Middle West, during the year 2000.

A general speech on the research theme was delivered at barracks where exercises usually involve collision or physical contact. The volunteers were randomly identified, and those referring any kind of neurological symptom, disease and/or previous surgery related to cervical spine, were excluded. Those included in the study filled and signed an Informed Consent Form as requested by law.

All volunteers were male, aged between 18 and 20 years, born Brazilian, without skin color or race distinction.

The physical type of the volunteers was between the standards for admission to the Army, according to (Table 1). These standards are used as a reference for selection examinations, respecting the individual biotype and the proportionalities between upper and lower limbs.

The radiographs were taken in Military Hospitals from Manaus, Recife, Sao Paulo, Porto Alegre and Campo Grande. The volunteers were always in standing position, head in neutral position, left shoulder touching the film that was 183 cm (72 inches) from the focus. The film always involved the base of the skull and the cervical-thoracic transition.

The measurement of the sagittal diameter of the cervical canal and the anterior-posterior width of the body at third, fourth, fifth and sixth vertebral bodies, was performed three times with a total of twelve thousand measurements in millimeters; from these, were found more than twelve thousand values related to TORG's index, and the sheet had twenty four thousand figures. Minimal and maximal values, as well as the incidence of TORG's index lower or equal to 0.80 at each level were determined.

Altura	Média		Mínima	
	Peso	Perímetro torácico (repouso)	Peso	Perímetro torácico (repouso)
(metros)	(quilos)	(cm)	(quilos)	(cm)
1,55	53,0	79,0	46,0	73,0
1,57	54,0	80,0	47,0	74,0
1,60	55,0	81,0	47,0	74,0
1,63	56,0	81,0	50,0	75,0
1,65	58,0	82,0	50,0	76,0
1,68	60,0	83,0	51,0	76,0
1,70	62,0	83,0	53,0	77,0
1,73	64,0	84,0	55,0	77,0
1,75	65,0	84,0	57,0	78,0
1,78	67,0	85,0	59,0	79,0
1,80	69,0	86,0	60,0	79,0
1,83	71,0	86,0	62,0	80,0
1,85	73,0	87,0	64,0	81,0
1,88	75,0	88,0	66,0	81,0
1,91	76,0	88,0	67,0	82,0
1,93	79,0	89,0	69,0	83,0
1,95	80,0	90,0	71,0	83,0

Tabela 1 - Índices mínimo e médio de altura, peso e perímetro torácico para ingresso no serviço militar das forças armadas.

Table 1 - Minimal and average height, weight and thorax perimeter for admission to military service in brazilian army.

em posição neutra, com o ombro esquerdo encostado no filme que se encontrava a uma distância de 183cm (72 polegadas) da ampola de raios-X (foco). Necessariamente o filme abrangia a base do crânio e a transição cervicotorácica.

A medição de cada diâmetro sagital do canal cervical e da largura ântero-posterior do corpo, da terceira, quarta, quinta e sexta vértebra, foi realizada por três vezes, perfazendo um total de doze mil medidas em milímetro; a partir destes, foram encontrados mais doze mil valores, referentes a índice de TORG e médias compondo uma planilha com vinte e quatro mil dados. Determinados os valores mínimos e máximos, bem como a incidência de índices de TORG menor ou igual a 0,80 em cada nível.

O instrumento utilizado para aferir foi um paquímetro digital Mitutoyo código 500-143B, com precisão de aproximadamente 0,02mm.

A radiografia em perfil da coluna cervical era excluída da série e substituída nas seguintes condições: má qualidade técnica, rotação da coluna, deformidade ou desvio ósseo, doença prévia como defeito de formação ou segmentação vertebral, inversão da lordose cervical, alteração congênita da junção craniocervical e vértebra em "limbus".

Para que não houvesse qualquer distorção que interferisse nas dimensões do canal e corpo, foi necessário calcular de maneira aleatória uma majoração de 10% da amostragem final.

Todas as medidas foram feitas três vezes, pelo mesmo observador⁽¹¹⁾, de maneira que depois de traçadas e mensuradas as linhas, estas eram apagadas e novamente repetido o procedimento, sem referência da marcação anterior, nos quatro níveis das quinhentas radiografias.

O método utilizado para determinar o diâmetro sagital do canal vertebral realizou-se por meio da medição da distância no ponto médio entre a superfície posterior do corpo e o ponto mais próximo da linha espinolaminar. A largura do corpo vertebral foi medida por uma linha perpendicular ao ponto médio da borda anterior e posterior (Figura 1)

O índice de TORG⁽⁴²⁾ foi utilizado para identificar quantos voluntários dentro de cada região geográfica eram portadores de estreitamento vertebral, bem como quais os níveis onde estavam localizados.

A avaliação da sensibilidade⁽³⁴⁾ do índice de TORG tem como objetivo medir a sua probabilidade de ser positivo quando houver a presença de estenose significativa da coluna cervical.

A avaliação do valor preditivo positivo⁽³⁴⁾ do índice de TORG tem o objetivo de medir a probabilidade do indivíduo apresentar significante estenose do canal cervical. É a proporção daqueles com índice de TORG anormal com estenose cervical.

O termo índice de TORG anormal ou positivo, mencionado neste trabalho, significa que a relação canal/corpo da vértebra em questão é menor ou igual a 0,80.

Os resultados relevantes foram distribuídos por região geográfica e unificados.

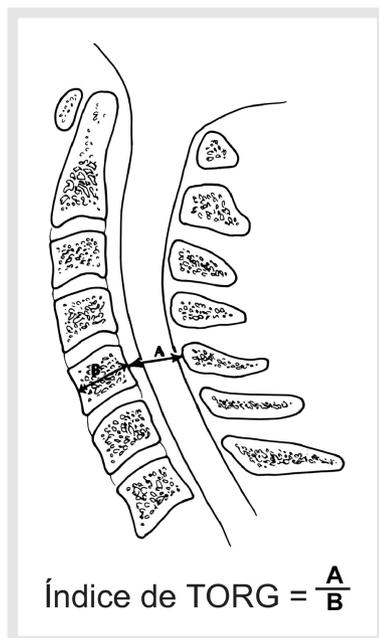


Figura 1 - Desenho esquemático das linhas traçadas na borda anterior e posterior do corpo vertebral, no seu ponto médio, até a linha espinolaminar.

Figure 1 - Schematic drawing of the lines in anterior and posterior margins of the vertebral body, at its mean point, up to spinal-laminar line.

The instrument used was a digital caliper Mitutoyo code 500-143B, with an approximately 0.02 mm precision.

In the following conditions the film was discharged and replaced: quality was bad, spine rotation, deformity or bone deviation, previous disease as a formation or segmentation defect, cervical lordosis inversion, congenital abnormality of the skull-spine transition and "limbus" vertebra.

In order to avoid any distortion that could interfere in the dimensions of canal and body, it was necessary to randomly calculate an increase of the final sample by 10%.

All measurements were taken three times by the same observer⁽¹¹⁾ so that, after drawn and measured the lines, they were erased and the procedure was repeated without the reference of the previous drawing, at the four levels of the five hundred radiographs.

The method used for determination of the sagittal diameter of the spine canal was measurement of the distance at the mean point between the posterior surface of the body and the closest point of the spino-laminar line. The width of the vertebral body was measured by means of a line that was perpendicular to the mean point of the anterior and posterior faces (Figure 1).

TORG's⁽⁴²⁾ index was used for identification of how many volunteers from each region had vertebral narrowing, as well as the levels they were found.

TORG's index sensitivity⁽³⁴⁾ aims to measure its probability of being positive when there is a significant cervical spine stenosis.

The evaluation of the predictive positive value⁽³⁴⁾ of TORG's index aims to measure the probability of an individual present a significant cervical canal stenosis. It is the proportion of those with abnormal TORG's index and cervical stenosis.

The term abnormal or positive TORG's index, as mentioned in this work, means the relationship canal/body of the evaluated vertebra is equal or less than 0.80.

The relevant results were divided by geographic region and unified.

STATISTICAL ANALYSIS

The sample size was based on the 1996 Brazilian census by the Brazilian Institute, considering young people 14, 15 and 16 years old, male, who are currently in the age range of

ANÁLISE ESTATÍSTICA

O tamanho da amostra foi baseado no censo de 1996 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, considerando jovens com 14, 15 e 16 anos de idade, do sexo masculino, os quais atualmente estão na faixa etária que foi escolhida para estudo. Não foram levadas em conta as mortes existentes, imigração e emigração durante o referido período no Brasil.

O cálculo para o tamanho da amostra foi feito baseado na fórmula⁽¹⁾, mostrando que o número mínimo para representatividade estatística seria 387 pessoas, este número foi ampliado particularmente para equilibrar a série estudada entre as regiões e facilitar a confrontação matemática, utilizada para população finita, descrita por FONSECA⁽¹⁵⁾:

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{e^2 (N-1) + Z^2 \cdot p \cdot q} \quad (1)$$

Onde:

N = tamanho da amostra

Z = abscissa da curva normal padrão com a probabilidade de 0,045

p = estimativa da população

q = 1-p

e = erro amostral.

A probabilidade p (0,50) e q (0,50) foi adotada porque nessas condições a variação é máxima para o cálculo da amostra e desta forma oferece maior segurança para essa faixa.

A análise estatística foi realizada usando o programa (software) NTIA (Núcleo de Tecnologia e Informática). As correlações entre as médias dos dados foram determinadas usando o modelo linear de regressão. A comparação entre os valores médios dos dados foi feita utilizando a análise de variância (ANOVA) com delineamento de dois critérios e teste de TUKEY (paramétrico).

A análise de variância (ANOVA) conforme BAZZATTO⁽¹⁾, foi adotada visando à comparação de duas ou mais médias, utilizado o método de duplo critério. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com três repetições. A seguir realizou-se o teste de TUKEY a 1% e 5% de probabilidade. Os resultados foram considerados significantes estatisticamente ao nível de $p < 0,01$.

A estatística descritiva foi utilizada para análise dos dados mais relevantes como média, mediana, desvio padrão, intervalo de confiança, valores mínimos e máximos.

RESULTADOS

Os dados referentes aos resultados das medições, exclusão das radiografias e descrição dos dados estatísticos, encontram-se relacionados nas (Tabelas 2 a 8).

	NORTE	NORDESTE	SUDESTE	SUL	CENTRO OESTE	TOTAL
	Nº / %	Nº / %				
PESSOAS	14 / 14	12 / 12	20 / 20	16 / 16	10 / 10	72 / 14,4
NÍVEIS	23 / 16,3	24 / 17,1	49 / 34,8	25 / 17,7	20 / 14,1	141 / 7,1

Tabela 2 - Número de pessoas e níveis com índice de TORQ anormal com respectivo percentual distribuídos regionalmente.

Table 2 - Number of people in levels with abnormal Torg index with their respective percentual regionally distributed.

the study. Were not considered the existing deaths and migrations during this period.

The calculation of the sample size was based on a formula (1), showing the minimal figures for an statistically representative sample would be of 387 people, and this figures were increased in order to balance the series among the regions and to make easier a mathematic comparison, used for a finite population as described by FONSECA⁽¹⁵⁾.

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{e^2 (N-1) + Z^2 \cdot p \cdot q} \quad (1)$$

Where:

N = sample size

Z = northing of standard normal curve with a 0,045 probability

p = population estimate

q = 1-p

e = sample error.

The probability $p < (0.50)$ and $q < (0.50)$ was adopted because in these conditions variation is maximal for sample calculation thus being safer.

The statistical analysis was performed by means of software from the Technology Nucleus. Correlations between mean data were determined by using a linear regression model. Comparison between mean values of the data was performed by means of variance (ANOVA) with two criteria and TURKEY's (parametric) test.

Variance analysis (ANOVA) according to BAZZATTO⁽¹⁾ was adopted aiming comparison of two or more averages, using the double criterion method. The experimental outline used was of random blocks, with three recurrences. Following TURKEY's test at 1% and 5% of probability was performed. The results were considered as statistically significant at $p < 0.01$.

Descriptive statistics was used for analysis of the most relevant data such as average, median, standard deviation, confidence interval, minimal and maximal values.

RESULTS

Data referring to measurements results, radiographs exclusions and statistical data description are reported in (Tables 2 to 8).

	NORTE	NORDESTE	SUDESTE	SUL	CENTRO OESTE	BRASIL
C6	19,72 a	18,44 a	18,35 a	18,45 a	18,83 a	18,76 a
C5	19,25 b	18,10 b	17,90 b	17,98 b	18,43 b	18,33 b
C3	19,26 b	18,07 b	17,81 b	17,87 b	18,28 b	18,26 c
C4	19,07 b	17,74 c	17,44 c	17,63 c	18,01 c	17,98 d

NOTA: Medidas seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de TUKEY, dentro da mesma região.

Tabela 3 - Análise de variâncias da média do diâmetro sagital do canal cervical da coluna vertebral, teste de Tukey a 1% referente as regiões e níveis.

Table 3 - Analysis of mean variance of sagittal diameter of cervical spinal canal, turkey's test at 1%, referred to regions and levels.

	NORTE	NORDESTE	SUDESTE	SUL	CENTRO OESTE	BRASIL
C6	19,03 a	20,06 a	18,47 a	19,41 a	18,52 a	18,68 a
C3	18,91 b	19,95 a	18,58 a	19,18 b	18,20 b	18,63 b
C4	18,63 c	19,62 b	18,27 b	18,90 c	17,97 c	18,38 c
C5	18,43 d	19,56 b	17,97 c	18,65 d	17,84 d	18,14 d

NOTA: Medidas seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de TUKEY, dentro da mesma região.

Tabela 4 - Análise de variância da média da largura anterior-posterior do corpo vertebral da coluna cervical, teste de Tukey a 1% referente as regiões e níveis.

Table 4 - Analysis of the mean of the mean variance of the anterior-posterior width of the vertebral body, turkey's test at 1% referring to regions and levels.

Diâmetro do Canal Cervical	C3	C4	C5	C6	C3-C6
- Menor 1 D. P. Abaixo da Média	82 (39)	76 (27)	77 (23)	76 (19)	311 (108)
- Menor 2 D. P. Abaixo da Média	8 (6)	6 (6)	6 (4)	5 (4)	25 (20)

NOTA: D. P. = Desvio Padrão

Tabela 6 - Número de níveis vertebrais com menor diâmetro sagital do canal cervical e índice de TORG anormal em jovens militares assintomáticos (sensibilidade de método).

Table 6 - Number of vertebral levels with smaller sagittal diameter of cervical canal and abnormal Torg's index in young asymptomatic military men (method sensitivity).

Significativa Estenose do Canal Cervical definida com o diâmetro sagital do canal	Sensibilidade C3 - C6 (%)	Valor Preditivo Positivo
- Menor 1 D. P. Abaixo da Média	34,7 %	83 %
- Menor 2 D. P. Abaixo da Média	80 %	17 %

NOTA: D. P. = Desvio Padrão

Tabela 8 - Sumário de sensibilidade e valor preditivo positivo do índice de TORG anormal em jovens militares assintomáticos.

Table 8 - Summary of sensitivity and positive predictive value of abnormal Torg's index in young asymptomatic military males.

DISCUSSÃO

A medição obtida da imagem radiográfica é parte integrante na avaliação diagnóstica da coluna cervical, entretanto, para que este procedimento tenha utilização clínica é necessário estabelecer parâmetros normais. A presente pesquisa estabelece valores normais para o canal cervical em jovens militares brasileiros natos, na faixa etária dos 18 aos 20 anos, oriundos de todas as regiões geográficas.

O estudo em questão foi elaborado dentro dos mais rígidos critérios científicos, ordenando e classificando os resultados, comparando com os já descritos na literatura, obedecendo a princípios básicos da experimentação: casualidade, repetição e controle local⁽¹⁾.

O interesse pelas dimensões do canal cervical tem relação particular com a compressão medular e/ou mielopatia, que podem ocorrer mais comumente por espondilose e/ou estreitamento congênito das estruturas ósseas da vértebra. As manifestações clínicas variam de incapacidade progressivamente lenta que acontece espontaneamente até tetraplegia abrupta após maior ou menor trauma.

A mielopatia aguda após trauma menor na coluna cervical pode ocorrer sem fratura ou luxação. Este fenômeno está associado à espondilose, que produz estreitamento gradual do canal, presente nos idosos, associado ou não à estenose congênita que notadamente acomete pessoas mais jovens, as quais praticam esporte que envolve colisão ou

	NORTE	NORDESTE	SUDESTE	SUL	CENTRO OESTE	BRASIL
C5	0,99 a	1,01 a	0,96 a	1,02 a	1,02 a	1,00 a
C6	0,99 a	1,00 a	0,95 b	1,02 a	1,02 a	0,99 b
C3	0,97 b	0,98 b	0,93 c	0,99 b	0,99 b	0,97 c
C4	0,97 b	0,98 b	0,93 c	0,99 b	0,99 b	0,97 c

NOTA: Medidas seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de TUKEY, dentro da mesma região.

Tabela 5 - Análise de variância da média do índice de TORG, teste de Tukey a 1% referente as regiões e níveis.

Table 5 - Analysis of the mean variance of Torg's index, turkey's test at 1% referring to regions and levels.

Diâmetro Sagital do Canal Cervical	NÍVEIS VERTEBRAIS COM ÍNDICE DE TORG ANORMAL				
	C3	C4	C5	C6	C3-C6
- Maior que a Média	0	0	0	0	0
- Entre a Média e 1 D. P. Abaixo da Média	8	6	3	7	24
- Entre 1 D. P. e 2 D. P. Abaixo da Média	29	30	20	14	93
- Menor que 2 D. P. Abaixo da Média	9	6	4	5	24
TOTAL	46	42	27	26	141

NOTA: D. P. = Desvio Padrão

Tabela 7 - A dimensão do diâmetro sagital do canal cervical em 141 níveis com índice de TORG anormal em jovens militares assintomáticos (valor preditivo positivo).

Table 7 - Sagittal cervical canal diameter in 141 levels with abnormal Torg's index in young asymptomatic military male (positive predictive value).

DISCUSSION

Measurements obtained from radiographic images is part of diagnostic evaluation of cervical spine, however for this procedure to be clinically useful it is necessary to establish normal parameters. This study establishes normal values for cervical canal in young Brazilian military males aged between 18 and 20 years, from all geographic regions of the Country.

This study was performed according to the best scientific criteria, ordering the results and comparing to the existing in literature sticking to basic experimentation principles: random, repetition and local control⁽¹⁾.

The interest for cervical canal measures has a particular relationship with medullary compression and/or myelopathy, which can more frequently occur due to spondilosis and/or congenital narrowing of spine bony elements. Clinical manifestations range from a progressively slow incapacity occurring spontaneously, to a sudden tetraplegia after a major or minor trauma.

Acute myelopathy after minor trauma of cervical spine can occur without any fracture or dislocation. This phenomenon is linked to spondilosis, which leads to a gradual canal narrowing, present in elder, whether or not linked to congenital stenosis which occurs in younger people, who practice sports with collision or physical contact.

Cervical canal diameter evaluation started to gain importance by the middle of the past century with the works by BOIJSEN apud WOLF⁽⁵⁶⁾ and later by WOLF et al.⁽⁵⁶⁾. Starting

contato corporal.

As investigações do diâmetro do canal cervical começaram a ter grande impulso em meados do século passado com os trabalhos de BOIJSEN apud WOLF⁽⁵⁶⁾ e posteriormente WOLF et al.⁽⁵⁶⁾. A partir daí passou a ser realizada por vários autores^(2,3,5,12,16,25,28,42,56), a medição em radiografias de perfil para estabelecer valores mínimos normais, mas a diferença entre eles gerou uma grande preocupação com as medidas absolutas, em virtude da variabilidade da magnificação. Algumas destas pesquisas não têm registrado claramente se a medição nas radiografias é feita exatamente na linha média sagital da vértebra, o que é crucial para determinar estenose cervical^(12,16,30,56).

TORG et al.⁽⁴²⁾ com a finalidade de eliminar os efeitos da variabilidade da magnificação, descrevem método que ignora a distorção causada pela distância foco-filme e objeto-filme, que consiste na relação entre dois valores medidos em uma radiografia de perfil, por meio do ponto médio da vértebra, o diâmetro sagital do canal cervical partindo da cortical posterior do corpo vertebral até o ponto mais próximo que encontra a linha de união do processo espinhoso com as lâminas, pelo comprimento da largura antero-posterior do corpo, conforme exposto na (Figura 1).

O método de TORG propõe que o índice, menor ou igual a 0,80, identifique um estreitamento significativo do diâmetro do canal cervical. Em seu trabalho clássico, TORG et al.⁽⁴²⁾ avaliam atletas com tetraplegia transitória e demonstram que muitos deles eram portadores de estenose.

A tetraplegia transitória é um fenômeno de disfunção medular temporária, caracterizado por TORG et al.⁽⁴²⁾ como uma entidade clínica distinta, que acomete o atleta vítima de trauma no pescoço em hiperflexão ou hiperextensão ou na cabeça^(28,30,33,42,46,54), com início abrupto dos sintomas que podem acometer os membros superiores, inferiores, quatro membros, ou ipsilateral, membro superior e inferior, alteração de sensibilidade como dor em queimação ou em choque, podendo chegar à anestesia. O déficit motor consiste de fraqueza ou paralisia. O episódio típico persiste por menos que 15 minutos^(9,24,42,48), entretanto, em alguns casos, a regressão gradual pode atingir 48 horas. Há completo retorno da função motora, mobilidade cervical e remissão do quadro doloroso. Entretanto, a partir do segundo episódio as chances de remissão completa do quadro neurológico são menores.

Na literatura médica não há unanimidade em torno de valores normais para as dimensões do canal vertebral. Alguns autores^(8,9,26,36,42,56) tentaram determinar estenose por valores abaixo de 13mm. WOLF⁽⁵⁶⁾ que repetiu o trabalho de BOIJSEN apud WOLF⁽⁵⁶⁾ realizado dois anos antes, examinou 200 adultos assintomáticos, modificando a distância entre a fonte de raios-X e o filme para 183cm (72 polegadas), mostrou que o valor mais freqüente para a normalidade foi de 17,00mm de C3 a C7, o que está de acordo com os achados da presente pesquisa.

O coeficiente de variação calculado para os valores encontrados neste estudo demonstra a baixa diferença entre os dados. Esta homogeneidade traduz confiabilidade, que foi observada na análise estatística tanto para o índice de TORG quanto para as medidas do canal e corpo vertebral.

A análise de variância das médias do diâmetro sagital do canal vertebral, largura do corpo e índice de TORG, foi realizada segundo dois critérios com três repetições. Mostrou haver diferença estatisticamente significativa ($p < 0,01$) entre as vértebras em todas as regiões, em seguida calculado pelo teste de TUKEY à 1% de probabilidade, mostrou quais as variáveis semelhantes, conforme (Tabelas 21, 22, 23).

from there, several other authors^(2,3,5,12,16,25,28,42,56) started measuring radiographs aiming to establish the minimal normal values, however the differences between them brought great concern in relation to absolute measurements, due to the enlargement variability. Some of these works did not clearly record if the radiographic measurements were performed at the mean sagittal line of the vertebra, essential for cervical stenosis identification^(12,16,30,56).

Aiming to eliminate enlargement variability effects, TORG et al.⁽⁴²⁾ describe a method that ignores the distortion caused by the distance between focus-object-film, consisting in the relationship between two measured values in a plain lateral radiograph, through the mean point of a vertebra, the sagittal diameter of the cervical canal starting from the posterior cortical of the vertebral body to the closest point meeting the line linking the spinous process with the laminae, by the length of the anterior-posterior width of the body, according to (Figure 1).

TORG's method proposes that the index, smaller or equal to 0.80 identify a significant narrowing of the cervical canal diameter. In his classic paper, TORG et al.⁽⁴²⁾ evaluate athletes with transient tetraplegia and demonstrate that many of them had stenosis.

Transient tetraplegia is a temporary medullary dysfunction, characterized by TORG et al.⁽⁴²⁾ as a distinctive clinical entity involving athletes with cervical trauma in hyperflexion or hyperextension, or head^(28,30,33,42,46,54), with a sudden symptom start that may involve upper limbs, lower limbs, the four limbs, or upper and lower limbs at same side, with sensitivity changes as paresthesias and eventually reaching anesthesia. Motor deficit consists in weakness or palsy. The typical episode persists for at least 15 minutes^(9,24,42,48) however in some cases, gradual regression can take 48 hours. There is a complete recovery of motor picture, cervical mobility and remission of the painful picture. However, from the second episode there is less chance of a complete recovery.

In medical literature there is no unanimity in regard of the normal values of spinal canal dimensions. Some authors^(8,9,26,36,42,56) tried to determine the stenosis by values below 13 mm. WOLF⁽⁵⁶⁾, who repeated the work by BOIJSEN apud WOLF⁽⁵⁶⁾ performed two years before, examined 200 asymptomatic adults, changing the distance between the X-Ray source and the film to 183 cm (72 inches), showing that the most frequent value for the normality was 17,00 mm from C3 to C7, and this agrees with the findings in this trial.

The variation coefficient calculated for the values found in this study shows a small difference between the data. This homogeneity translates that these were trustworthy, as observed by statistical analysis for both TORG's index and canal and vertebral body measurements.

The variance analysis of spinal canal sagittal diameter measurements, body width and TORG's index, was performed according to the three recurrence criteria. It was shown to have a statistically significant difference ($p < 0,01$) between vertebrae in all regions, following calculated by TURKEY's test at 1% probability, showing similar parameters as shown in Tables 21, 22 and 23.

A atual pesquisa mostrou, por meio do teste de TUKEY para análise de variância que os menores valores para o diâmetro sagital do canal vertebral estavam em C3 e C4, enquanto que os menores comprimentos antero-posteriores do corpo em C4 e C5. Para a relação canal/corpo os mais baixos índices estavam em C3/C4 sem diferença estatística seguida de C6. Estes achados estão equivalentes com outros estudos^(12,13,14,16,25,26,58).

A análise de variância da média de todas as regiões conjuntas mostrou que existe diferença significativa ($p < 0,01$) entre as vértebras da coluna cervical, isto é, não há qualquer semelhança estatística entre C3, C4, C5 e C6, comprovada quando aplicado o teste de TUKEY, tanto para o canal como para o corpo.

Os menores valores para o canal vertebral foram encontrados naqueles níveis em que o índice de TORG foi menor ou igual a 0,80; estas dimensões estavam abaixo de 17,00mm em 47,8% na região Norte, 91,7% Nordeste, 87,7% Sudeste, 100% Sul e 90% na região Centro-Oeste.

Os valores mínimos para o canal vertebral encontrado em cada região foram, em ordem crescente: Nordeste 10,68mm, Sudeste 13,80mm, Centro-Oeste 13,94mm, Sul 14,37mm e Norte 14,48mm.

O índice de TORG, em todo o Brasil, menor ou igual a 0,80, foi encontrado em um ou mais níveis em 72 pessoas (14,4%) e 141 níveis (7,1%).

A região Sudeste foi a que apresentou maior incidência de estenose do canal cervical com 49 (34,8%) níveis, seguida do Sul com 25 (17,7%), Nordeste 24 (17,1%), Norte 23 (16,3%) e Centro-Oeste 20 (14,1%). O nível mais freqüente foi C3 (32,6%), seguido de C4 (29,8%), C5 (19,2%) e C6 (18,4%), conforme exposto na tabela 2. A região Sudeste foi também a que mostrou maior número de pessoas com menores dimensões do canal cervical.

O valor médio do diâmetro sagital do canal cervical no segmento subaxial (C3-C6) foi acima de 17,00mm em todos os níveis de todas as regiões.

Há uma extensa série de pesquisas atuais que registram a relação entre estenose do canal cervical e disfunção medular secundária ao trauma da coluna cervical^(5,7,9,10,16,18,20,22,25,36,49,52,55,56), particularmente durante a prática de atividade esportiva que envolva colisão corporal, sobretudo porque um canal estreito predispõe o atleta a um pior prognóstico neurológico diante de um menor trauma vertebral^(7,53).

A avaliação radiográfica no presente estudo não sofreu qualquer influência intrínseca de origem degenerativa, em virtude da faixa etária do contingente estudado, 18 a 20 anos, o que favoreceu a homogeneidade dos dados, especialmente a investigação da incidência de estenose do canal cervical.

Observando a análise dos dados no presente estudo, a região Sudeste mostrou que em 12,3% dos níveis, o índice de TORG foi menor ou igual a 0,80, enquanto que no Sul foram 6,3%, no Nordeste em 6%, no Norte em 5,8% e no Centro-Oeste em 5% dos níveis. A incidência é notadamente maior no Sudeste, provavelmente em razão das várias correntes migratórias oriundas não só do Brasil, mas também de várias nações, causando grande miscigenação em uma cidade cosmopolita como São Paulo, onde foram selecionados os voluntários.

A baixa incidência de estenose significativa da coluna cervical permitiu no atual estudo, que fossem determinados a sensibilidade e o valor preditivo positivo do índice de TORG anormal para detectar canal estreito. Para isso foi confrontado o diâmetro sagital do canal vertebral e o valor da

This research showed, by means of TURKEY's test for variance analysis that the lower values for sagittal diameter of the spine canal were in C3 and C4, while the lower anterior-posterior lengths of the body was in C4 and C5. For the relationship canal/body the lowest index were in C3/C4 without statistical difference, followed by C6. These findings are equivalent to other studies^(12,13,14,16,25,26,58).

The analysis of the mean variance of all regions together showed that there are statistically significant differences ($p < 0.01$) between cervical spine vertebrae, that is, there is no statistical similarity between C3, C4, C5 and C6, proven by TURKEY's test, both for canal and body.

The lowest values for spine canal were found in the levels where TORG's index was lesser or equal to 0.80; these measurements were below 17.00 mm in 47.8% in North region, 91.7% in Northeast; 87.7% in Southeast, 100% in South and 90% in Middle-West regions.

The minimal value for spine canal found in each region were: Northeast: 10.68 mm; Southeast 13.80 mm; West-West 13.94 mm; South 14.37 mm; and North 14.48 mm.

TORG's index in Brazil as a whole, smaller or equal to 0,80 was found in one or more levels in 72 people (14.4%) and 141 levels (7.1%).

Southeast region was the one with higher incidence of spine canal stenosis, with 49 (34.8%) levels, followed by South with 25 (17.7%). Northeast 24 (17.1%); North 23 (16.3%) and Middle West 20 (14.1%). The most frequently affected level was C3 (32.6%), followed by C4 (29.8%), C5 (19.2%) and C6 (18.4%) according to Table 2. Southwest region was also the one with larger number of people with smaller dimensions of cervical canal.

The mean value of sagittal diameter of cervical canal in sub-axial segment (C3 to C6) was above 17.00 mm in all levels of all regions.

There is a large series of current researches registering the relationship between cervical canal stenosis and medullary dysfunction secondary to cervical spine trauma^(5,7,9,10,16,18,20,22,25,36,49,52,55,56), particularly during sports practice involving physical contact, mostly because a narrow canal predisposes the athlete to a worse neurological prognosis after a minor spine trauma^(7,53).

Radiographic evaluation in this study had no intrinsic degenerative influence, due to the low age of the series, 18 to 20 years, favoring data homogeneity especially in investigation of cervical canal stenosis incidence.

Observation of data analysis of this study, Southeast region had in 12.3% of the levels a TORG's index lesser or equal to 0.80, while in South it was 6.3%, Northeast 6%, North, 5.8% and Middle West 5%. This incidence is clearly higher in Southeast probably because intensive migration not only from Brazil but also from several nations, in such a cosmopolitan city as Sao Paulo, where the volunteers were selected.

The low incidence of significant cervical spine stenosis in the current study allowed determining the sensitivity and positive predictive value of abnormal TORG's index for detection of narrow canal. For this, the sagittal diameter of the canal

relação canal/corpo menor ou igual a 0,80. Estes testes são utilizados em levantamento populacional para estudar pessoas doentes e sãs e os seus resultados são mais relevantes para a prática clínica.

A sensibilidade⁽³⁴⁾ do índice de TORG avalia a probabilidade de ser anormal ou positivo, em virtude da presença de estenose do canal cervical; já o valor preditivo positivo⁽³⁴⁾ do índice avalia a probabilidade de um canal com medida reduzida resultar em um índice de TORG abaixo do normal.

Se estenose significativa do canal cervical⁽¹⁶⁾ for definida pelo seu diâmetro sagital menor do que um desvio padrão abaixo da média, a sensibilidade do índice de TORG para detectá-la é 34,7%. Considerando que o parâmetro estabelecido seja o menor que dois desvios-padrão abaixo da média, a sensibilidade do índice de TORG aumenta para 80%.

O valor preditivo positivo do índice de TORG anormal foi determinado em 83% dos níveis, os quais tinham o diâmetro sagital do canal cervical menor que um desvio-padrão abaixo da média, enquanto somente 17% apresentavam o diâmetro sagital do canal menor que dois desvios-padrão abaixo da média.

Se estenose significativa do canal cervical for definida pelo diâmetro sagital do canal menor do que um desvio-padrão abaixo da média, o valor preditivo positivo do índice de TORG anormal é de 83%. Caso o parâmetro estabelecido seja o menor que dois desvios-padrão abaixo da média, o valor preditivo positivo é de 17%.

O índice de TORG menor ou igual a 0,80 foi sensível para estenose cervical e apresentou alto valor preditivo positivo no levantamento de jovens militares assintomáticos, dos quais 14,4% tinham a relação canal/corpo anormal em um ou mais níveis.

Comparativamente ao estudo de HERZOG et al.⁽¹⁶⁾ há diferença no que se refere ao valor preditivo positivo, particularmente porque na atual pesquisa houve uma maior concentração de níveis com índice de TORG anormal com diâmetro sagital do canal cervical entre um desvio-padrão e dois desvios-padrão abaixo da média, enquanto que no primeiro a convergência foi maior entre a média e um desvio-padrão abaixo da média.

A sensibilidade do índice de TORG para detectar estenose significativa do canal cervical foi relativamente menor no atual estudo, porque a quantidade de níveis com diâmetro sagital menor do que um desvio padrão abaixo da média foi muito superior àquele que apresentava a relação canal/corpo anormal.

A diferença na sensibilidade e valor preditivo positivo de outros estudos^(16,43,48) pode ser uma característica da população brasileira, especialmente porque as seis medições de cada nível foram rigorosamente tomadas no ponto médio de cada vértebra.

HERZOG et al.⁽¹⁶⁾ descrevem em sua série que em 41% dos atletas assintomáticos o índice de TORG foi menor ou igual a 0,80 em um ou mais níveis. Preocupados com este alto percentual, passaram a estudar as causas que poderiam ser responsáveis por tal resultado. Consideraram que não foi a medida do canal que determinou alteração significativa no índice, mas a diferença no diâmetro do corpo, julgando que TORG et al.⁽⁴²⁾, no seu trabalho clássico, não valorizaram estas dimensões no grupo controle, o qual não era composto por atletas. Supõem a possibilidade que em um estudo epidemiológico usando a relação canal/corpo para determinar estenose significativa, possa ocorrer que um atleta seja classificado como estenótico, sendo normal; orientando, para este caso, que sejam investigadas as dimensões do canal cervical por meio de ressonância magné-

was compared to the relationship canal/body lesser or equal to 0.80. These tests as used in populational researches to study ill and healthy people, and their results are more relevant for clinical practice.

TORG's index sensitivity⁽³⁴⁾ evaluates the probability of being abnormal or positive due to cervical canal stenosis; positive predictive value⁽³⁴⁾ of this index evaluates the probability that a reduced measurements canal result in a below normal TORG's index.

If significant cervical canal stenosis⁽¹⁶⁾ is defined by its sagital diameter lesser than one standard deviation below the average, the sensitivity of TORG's index to detect it is 34.7%. If the parameter considered is to be lesser than two standard deviation below the average, TORG's index sensitivity raises to 80%.

Positive predictive value of abnormal TORG's index was determined in 83% of the levels, that had their sagital cervical canal diameter lesser than one standard deviation below the average, while only 17% had a sagital cervical canal diameter lesser than two standard deviation below the average.

TORG's index lesser or equal to 0.80 was sensitive for cervical stenosis and presented a high positive predictive value in screening asymptomatic young military, from who 14.4% had their ratio canal/body abnormal in one or more levels.

In comparison to HERZOG's et al.⁽¹⁶⁾ study there is a difference in regard of the positive predictive value, particularly because in the current study there was a higher concentration of levels with abnormal TORG's index with the sagital diameter of the cervical canal between one and two standard deviation below the average, while in the first the agreement was higher between the average and one standard deviation below the average.

TORG's index sensitivity to detect a significant cervical canal stenosis was relatively lesser in the current study, because the amount of levels with a sagital diameter lesser than on standard deviation below the average was much higher than those presenting a normal canal/body relationship.

The sensitivity difference and positive predictive value from other studies^(16,43,48) can be a feature of Brazilian population, specially because the six measurements of each level were rigorously taken at the mean point of each vertebra.

HERZOG et al.⁽¹⁶⁾ describe in their series that in 41% of the asymptomatic athletes TORG's index was lesser or equal to 0.80 in one or more levels. Concerned about this high percentage, they started studying causes that could be responsible for the results. They understand that it was not the measurement of the canal that determined the significant change in the index, but the difference in the body diameter, judging that TORG et al.⁽⁴²⁾, in their classical paper, did not value this dimension in the control group, which was not formed by athletes. They suppose the possibility that in an epidemiological study using the ratio canal/body for determine significant stenosis, it may occur that one athlete is rated as having stenosis, being normal; and instruct that in these cases, canal dimensions are investigated by MRI, for evaluating a possible "functional cervical canal stenosis".

The so called "real functional spine canal stenosis"⁽⁶⁾ is

tica, a fim de afastar a possibilidade de "estenose vertebral funcional".

A estenose cervical "verdadeira" chamada de "estenose vertebral funcional"⁽⁶⁾ está relacionada com ausência de "reserva funcional"⁽¹⁵⁾ da medula espinal, que é um sinal visto na imagem pesada em T2 da ressonância magnética, mielotomografia ou mielografia, representada por um halo claro que a envolve, referindo-se ao líquido cefalorraquidiano, significando que existe um espaço que a separa da estrutura óssea vertebral adjacente, o qual também representa proteção.

Os atletas com índice de TORG abaixo ou igual a 0,80 requerem uma avaliação pela imagem da ressonância magnética^(16,25) para estudo da reserva funcional prévia, antes do diagnóstico de estenose significativa do canal cervical, especialmente naqueles que praticam esporte de contato ou colisão corporal em razão da natural predisposição ao trauma da coluna vertebral. Isto é extremamente importante porque há um risco maior de ocorrer uma das mais dramáticas lesões neurológicas, a tetraplegia^(7,8,53).

Na atual pesquisa, o tipo físico dos voluntários foi semelhante particularmente porque o jovem para ingressar nas Forças Armadas precisa ser aprovado no exame de saúde, o qual possui rígidos critérios médicos, especialmente para relação peso/altura.

TORG et al.^(35,51) em artigo editorial concluíram que não há associação entre tetraplegia e o porte físico do atleta. A correlação entre a circunferência do pescoço e tamanho da vértebra não foi comprovada por HERZOG et al.⁽¹⁶⁾, que, em seu trabalho, mostraram não haver qualquer equivalência.

Outros estudos^(12, 56) têm concluído que a estenose do canal vertebral cervical aumenta o risco de dano medular também em não-atletas de maneira semelhante (9) quando expostos ao trauma na cabeça ou no pescoço, particularmente em idosos com alterações degenerativas importantes, as quais reduzem ainda mais as dimensões pela espondilose. Há uma tendência maior de melhora nos pacientes com lesão neurológica incompleta com canal largo, do que naqueles com estreitamento⁽¹²⁾.

A estenose do canal cervical é conhecida como agravante no "menor trauma", aumentando o risco de dano neurológico permanente. Uma série de registros traz consistência a esta afirmação^(3,5,7,9,10,12,16,17,19,22,23,24,26,29,37,42,49).

A mielopatia associada à estenose do canal cervical, especialmente em jovens atletas, tem provavelmente o mecanismo de lesão medular diferente daquele visto em pacientes idosos^(13,18,27,57). As bases fisiopatológicas da tetraplegia transitória não são completamente entendidas, apesar da preocupação cada vez maior que supera os interesses acadêmicos⁽⁴²⁾.

A estenose cervical também pode trazer repercussões neurológicas exclusivamente ao plexo braquial, pois o canal estreito neste caso faz um fulcro na saída da raiz e produz um estiramento na sua emergência causando uma disfunção neurológica com sintomatologia transitória^(10,17,20,32,55). Atletas com estenose do forame intervertebral apresentaram índice de TORG significativamente menores do que o grupo controle⁽⁵⁴⁾, os quais estão sujeitos à neurapraxia radicular conseqüente a trauma esportivo, especialmente quando envolve colisão corporal⁽¹⁰⁾.

A estabilidade da coluna vertebral foi definida por WHITE et al.⁽⁵⁵⁾ como a capacidade que esta possui de manter seus limites de mobilidade sob cargas fisiológicas sem causar dano ou irritação medular ou radicular.

related to the absence of a "functional reserve" ⁽¹⁵⁾ of spine cord, that is a sign seen in T2 weighted images in MRI, myelotomography or myelography, represented by a clear halo involving it, that is, cephalorrhachidian liquid, meaning that there is a space to the adjacent bony spine structure, that also represents protection.

Athletes with TORG's index lesser or equal to 0.80 require an image evaluation by MRI ^(16,25) for a study of the previous functional reserve before a diagnosis of significant canal stenosis, mostly in those practicing sports with collision and physical contacts due to the natural exposition to spinal trauma. This is extremely important, because there is a higher risk of one of the most dramatic nerve injuries, tetraplegia ^(7,8,53).

In the current research the biotype of the volunteers was similar, particularly because for a young man to be admitted to Army has to be approved in a health test with rigid criteria particularly for weight and height.

In an editorial paper, TORG et al. ^(35,51) concluded that there is no relationship between tetraplegia and the physical build of an athlete. The correlation with neck circumference and vertebral size were not proven by HERZOG et al. ⁽¹⁶⁾ who, in their work, showed to have no equivalence.

Other studies ^(12, 56) concluded that cervical spinal canal stenosis increases the risk of medullary damage similarly also in non-athletes ⁽⁹⁾ when exposed to head and neck traumas, particularly in aged people with important degenerative changes, which additionally reduce the dimensions, due to spondilosis. There is a higher trend to improvement in patients with incomplete nerve injury with a wide canal than in patients with narrowing ⁽¹²⁾.

Cervical canal stenosis is known as aggravating in "minor trauma" increasing the risk of permanent nerve injury. There is a series of reports backing this statement^(3,5,7,9,10,12,16,17,19,22,23,24,26,29,37,42,49).

Myelopathy associated to cervical canal stenosis, mostly in young athletes, has probably a different medullary injury mechanism than the observed in aged patients ^(13, 18,27,57). The pathophysiologic bases of transient tetraplegia are not completely understood, even though a growing concern concerning overcoming academic interest⁽⁴²⁾.

Cervical stenosis can as well have neurological effects only in brachial plexus once a narrow canal in this case plays a fulcrum by the exit of the root producing stretching at its exit causing a neurological dysfunction with transient symptoms^(10,17,20,32,55). Athletes with intervertebral foramen stenosis presented significantly lesser TORG⁽⁵⁴⁾ than the control group⁽⁵⁴⁾ who are subject to radicular neuro apraxia in consequence of sport trauma, mostly when involving physical contact⁽¹⁰⁾.

Spine stability was defined by WHITE et al ⁽⁵⁵⁾ as the ability it has to keep its mobility limits under physiological burdens without causing damage or irritation to medulla or roots.

Cervical instability, spine canal stenosis and exposure to trauma are factors that are part of a current consensus for predisposing an individual to a catastrophic neurological injury⁽⁴⁹⁾ during sports practice involving collision or physical contact.

The guideline to exclude an athlete from taking part in physical

Instabilidade cervical, estenose do canal vertebral e exposição ao trauma são fatores que fazem parte de um consenso atual para predispor um indivíduo a uma lesão neurológica catastrófica⁽⁴⁹⁾ durante a prática de esporte que envolve colisão ou contato corporal.

A diretriz para excluir um atleta da participação em esportes de contato corporal é multifatorial^(6,52,53). Há necessidade de avaliar a coluna cervical sob três aspectos: alteração congênita da vértebra (defeito de segmentação, anomalia do odontóide, fusão atlanto-occipital), presença de estenose congênita do canal ou seqüela pós-traumática (fratura ou luxação). Cada condição pode apresentar uma contra-indicação relativa, absoluta ou não haver contra-indicação, com base na variedade dos parâmetros^(50,52).

Como se pode notar pelos itens supracitados, é crucial o estudo da estabilidade da coluna cervical, de tal forma que TORG et al.⁽⁴⁹⁾ afirmaram que sem instabilidade vertebral não há risco aumentado para dano neurológico permanente. Estas informações são imprescindíveis para a tomada de decisão que implique interromper ou permitir a continuidade da vida esportiva.

Recentemente Watkins⁽⁵²⁾ passou a revisar esta difícil questão decisória quanto ao retorno à vida esportiva daquele atleta que sofreu uma lesão cervical. A decisão deve estar baseada em três fatores: mecanismo que causou o dano, objetiva lesão anatômica, e recuperação do atleta. Devido ao risco potencial de haver uma seqüela catastrófica diante de retorno inapropriado ou prematuro, a compreensão da história natural de uma específica síndrome clínica deve ser familiar ao médico especialista.

Esta pesquisa não tem como ponto central focalizar a tetraplegia transitória, mesmo porque todas as pessoas que foram examinadas eram completamente assintomáticas, mas estabelecer valores normais para a morfometria do canal cervical e identificar aqueles com estenose significante.

A grande vantagem deste trabalho é seguramente poder chamar a atenção para a possibilidade de prevenir uma lesão medular conseqüente de um menor trauma naqueles que praticam esporte de colisão ou contato corporal.

Os resultados desta pesquisa vão contribuir para que o Estado-Maior das Forças Armadas possa rever os critérios para ingresso nas suas fileiras.

A importância da correta medição do canal cervical fica muito clara quando se consideram as conseqüências clínicas da estenose neste segmento da coluna vertebral, que é raramente reconhecida, mas potencialmente trágica.

CONCLUSÕES

O estudo da morfometria do canal vertebral no segmento cervical em militares jovens assintomáticos possibilitou concluir que:

1. A incidência de estenose do canal vertebral da coluna cervical é relevante nos jovens que ingressam nas Forças Armadas.
2. O índice de TORG possui sensibilidade e alto valor preditivo positivo.
3. A morfometria do canal vertebral no segmento cervical varia de acordo com a região do país estudada.

contact sports is multifactorial^(6, 52, 53). It is necessary to evaluate the cervical spine under three different aspects: vertebra congenital abnormality (segmentation defect, odontoid's defect, atlanto-occiput fusion), presence of congenital canal stenosis or post-traumatic sequela (fracture or dislocation). Each condition may present a relative, absolute or no contra-indication, based in the variety of the parameters^(50,52).

As it can be noticed by the above mentioned items, the study of cervical spine stability is crucial, so that TORG et al.⁽⁴⁹⁾ state that without spine instability there is no increased risk of a permanent neurological damage. This information is vital for decision making that results in stopping or allowing continuity of sports life.

Recently Watkins⁽⁵²⁾ started analyzing this difficult decision making of allowing a cervical injured athlete to return to sport activity. The decision should be based in three factors: the mechanism causing the injury; objective anatomical injury; and the recovery of the athlete. Due to a potential risk of catastrophic sequela in case of an inappropriate or too early return, the understanding of the natural history of an specific clinical syndrome should be familiar to the specialist.

This research doesn't have as central point to focus on transient tetraplegia, even though all examined people were completely asymptomatic, but to establish normal values for cervical canal morphometry, and identify those with significant stenosis.

The major advantage of this work is, for sure, to draw the attention to the possibility of preventing a medullary injury due to a minor trauma in those who practice sports with collision or physical contact.

The results from this research will contribute for the Major State of the Army to review their criteria for admission.

The importance of a correct measurement of the cervical canal is much clearer when are considered the clinical consequences of stenosis in this spinal segment, rarely recognized, however potentially tragic.

CONCLUSIONS

The study of morphometry of spinal canal at cervical region in young asymptomatic military male, allowed us to conclude that:

1. *The incidence of spinal canal stenosis at cervical spine is relevant in young men admitted to the Army.*
2. *TORG's index has sensitivity and a high positive predictive value.*
3. *Morphometry of spinal canal at cervical region has a variation according to the geographic region studied.*

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. Experimentação agrícola. 3.ed. Jaboticabal, FUNEP, 1995. Cap.4, p.91-119: Análise de variância.
- BARROS FILHO, T.E.P.; OLIVEIRA, R.P.; RODRIGUES, N.R.; PRADA, F.S.; KALIL, E.M. Estudo radiográfico do canal vertebral no segmento cervical. *Acta Ortop. Bras.*, v.2, n.2, p.70-2, 1994.
- BARROS FILHO, T.E.P.; OLIVEIRA, R.P.; RODRIGUES, N.R.; UHLENDORFF, E.F.V. Tetraparesia transitória durante prática esportiva. *Rev. Bras. Ortop.*, v.29, n.10, p.711-3, 1994
- BARROS FILHO, T.E.P.; BASILE JUNIOR, R.; OLIVEIRA, R.P. Lesões da coluna vertebral nos esportes. *Rev. Bras. Ortop.*, v.2, n.2, p.741-3, 1995.
- BEY, T.; WAER, A.; WALTER, F.G.; FORTUNE, J.; SEEGER, J.; FRYBURG, K.; SMITH, W.; Spinal cord injury with a narrow spinal canal: Utilizing Torg's Ratio method of analyzing cervical spine radiographs. *J. Emerg. Med.*, v.16, n.1, p.79-82, 1998.
- BLACKLEY, H.R.; PLANK, L.D.; ROBERTSON, P.A. Determining the sagittal dimensions of the canal of the cervical spine. *J. Bone Joint Surg.[Br]*, v.81, n.1, p.110-12, 1999.
- CANTU, R.C. The cervical spinal stenosis controversy. *Clin. Sports Med.*, v.17, n.1, p.121-126, 1998.
- CANTU, R.V.; CANTU, R.C. Guidelines for return to contact sports after transient quadriplegia. *J. Neurosurg.*, v.80, n.3, p.592-94, 1994.
- CORCORAN, T.A.; CANTU, R.C. Transient quadriplegia. *SpineLine*, v.1, n.2, p.11-12, 2000.
- CASTRO, F.P.; RICCIARDI, J.; BRUNET, M.E.; BUSCH, M.T.; WHITECLOUD, T.S. Stingers, the Torg ratio, and the cervical spine. *Am. J. Sports Med.*, v.25, n.5, p.603-8, 1997.
- COWELL, H. Radiographic measurements and clinical decisions. *J. Bone Joint Surg.[Am]*, v.72, n.3, p.321, 1990.
- EISMONT, F.J.; CLIFFORD, S.; GOLDBERG, M.; GREE, B. Cervical sagittal spinal canal size in spine injury. *Spine*, v.9, n.7, p.663-6, 1984.
- EPSTEIN, J.A.; CARRAS, R.; HYMAN, R.A.; COSTA, S. Cervical myelopathy caused by developmental stenosis of the spinal canal. *J. Neurosurg.*, v.51, n.6, p.362-7, 1979.
- EPSTEIN, N.; EPSTEIN, J.A.; BENJAMIN, V.; RANSOHOFF, J. Traumatic myelopathy in patients with cervical spinal stenosis without fracture or dislocation. Methods of diagnosis, Management, and Prognosis. *Spine*, v.5, n.6, p.489-96, 1980.
- FONSECA, J.S.; MARTINS, G.A. Curso de estatística. 6.ed. São Paulo, Atlas, 1996. Cap.7, p.177-185: Amostragem.
- HERZOG, R.J.; WIENS, J.J.; DILLINGHAM, M.F.; SONTAG, M.J. Normal cervical morphology and cervical spinal stenosis in asymptomatic professional football players: plain film radiographic, multiplanar computed tomography, and magnetic resonance imaging. *Spine*, v.16, p.178-86, 1991. Supplement.
- KELLY, J.D.; ALIQUO, D.; SITLER, M.R.; ODGERS, C.; MOYER, R.A. Association of burners with cervical canal and foraminal stenosis. *Am. J. Sports Med.*, v.28, n.2, p.214-17, 2000.
- KOTHARI, P.; FREEMAN, B.; GREVITT, M.; KERSLAKE, R. Injury to the Spinal cord without radiological abnormality (SCIWORA) in adults. *J. Bone Joint Surg.[Br]*, v.82, n.7, p.1034-37, 2000.
- LADD, A.L.; SCRANTON, P.E. Congenital cervical stenosis presenting as transient quadriplegia in athletes. *J. Bone Joint Surg. [Am]*, v.68, n.9, p.1371-74, 1986.
- LEVITZ, C.L.; REILLY, P.J.; TORG, J.S. The pathomechanics of chronic recurrent nerve root neuropraxia: the chronic burner syndrome. *Am. J. Sports Med.*, v.25, n.1, p.73-6, 1997.
- LINTNER, D.M.; KNIGHT, R.Q.; CULLEN, J.P. The neurologic sequelae of cervical spine facet injuries: the role of canal diameter. *Spine*, v.18, n.6, p.725-9, 1993.
- MARON, J.C.; BAILES, J.E. Athletes with cervical injury. *Spine*, v.21, n.19, p.2294-9, 1996.
- MEYER, S.A.; SCHULTE, K.L.; CALLAGHAM, J.J.; ALBRIGHT, J.P.; POWELL, J.W.; CROWLEY, E.T.; EL-KHOURY, G.Y. Cervical spinal Stenosis and stingers in collegiate football players. *Am. J. Sports Med.*, v.2, n.2, p.158-66, 1994.
- MOIEL, R.H.; RASO, E.; WALTZ, T.A. Central cord syndrome resulting from Congenital narrowness of the cervical spinal canal. *J. Trauma.*, v.10, p.502-510, 1970.
- MOSKOVICH, R.; SHOTT, S.; ZHANG, Z. Does the cervical canal to body ratio predict spinal stenosis? *Bull. Hosp Joint Diseases.*, v.55, n.2, p.61-70, 1996.
- ODOR, J.M.; WATKINS, R.G.; DILLIN, W.H.; DENNIS, S.; SABERI, M. Incidence of cervical spinal stenosis in professional and rookie football players. *Am. J. Sports Med.*, v.18, n.5, p.507-9, 1990.
- OGINO, H.; TADA, K.; OKADA, K.; YONENOBU, K.; YAMAMOTO, T.; ONO, K.; NAMIKI, H. Canal diameter, anteroposterior compression ratio, and spondylotic myelopathy of the cervical spine. *Spine*, v.8, n.1, p.1-15, 1983.
- PALEY, D.; GILLESPIE, R. Chronic repetitive unrecognized flexion injury of cervical spine (high jumper's neck). *Am. J. Sports Med.*, v.14, n.1, p.92-5, 1986.
- PAVLOV, H.; TORG, J.S.; ROBIE, B.; JAHRE, C. Cervical spinal stenosis: determination with vertebral body ratio method. *Radiology*, v.164, n.3, p.771-5, 1987.
- PENNING, L. Some aspects of plain radiography of the cervical spine in chronic myelopathy. *Neurology*, v.12, p.513-9, 1962.
- PENNING, L. Normal movements of the cervical spine. *Am. J. Roentgenol.* v.130, p.317-26, 1978.
- ROBERTSON, W.C.; EICHMAN, P.L.; CLANCY, W.G. Upper trunk brachial plexopathy in football players. *J.A.M.A.*, v.241, n.14, p.1480-2, 1979.
- SCHNEIDER, R.C.; REIFEL, E.; CRISLER, H.O.; OOSTERBAAN, B.G. Serious and fatal football injuries involving the head and spinal cord. *J.A.M.A.* v.177, p.106-111, 1961.
- SPRATT, K.F. Statistical and methodological issues in Evaluating clinical research. In: Annual Meeting of the North American Spine Society, 14th., Chicago, 1999.
- SUMMERFIELD, S.L. Correspondence. *J. Bone Joint Surg. [Am]*, v.80, n.10, p.1554-55, 1998.
- TALL, R.L.; DEVAULT, W. Spinal injury in sport: epidemiologic considerations. *Clin. Sports Med.*, v.12, n.3, p.441-8, 1995.
- TAYLOR, A.R.; BLACKWOOD, W. Paraplegia in hyperextension cervical injuries with normal radiographic appearances. *J. Bone Joint Surg.[Br]*, v.30, n.2, p.245-8, 1948.
- TORG, J.S.; TRUEX, R.C.; MARSHALL, J.; HODGSON, V.R.; QUEDENFELD, T.C.; SPEALMAN, A.D.; NICHOLS, C.E. Spinal injury at the level of third and fourth cervical vertebrae from football. *J. Bone Joint Surg. [Am]*, v.59, n.8, p.1015-19, 1977.
- TORG, J.S.; TRUEX, R.C.; QUEDENFELD, T.C.; BURSTEIN, A.; SPELMAN, A.; NICHOLS, C. The national football head and neck injury registry. Report and Conclusions 1978. *J.A.M.A.*, v.241, n.14, p.1477-9, 1979.
- TORG, J.S.; DAS, M. Trampoline - related quadriplegia: Review of the literature and reflections on the american academy of Pediatrics' position statement. *Pediatrics*, v.74, n.5, p.804-12, 1984.
- TORG, J.S.; VEGSON, J.J.; SENNETT, B.; DAS, M. The national football head and neck injury registry. 14-year report on cervical quadriplegia, 1971 through 1984. *J.A.M.A.*, v.254, n.24, p.3439-43, 1985.
- TORG, J.S.; PAVLOV, H.; GENUARIO, S.E.; SENNETT, B.; WISNESKI, R.J.; ROBIE, B.H.; JAHRE, C. Neupraxia of the cervical spinal cord with transient Quadriplegia. *J. Bone Joint Surg.[Am]*, v.68, n.9, p.1354-70, 1986.
- TORG, J.S.; VEGSO, J.J.; O'NEILL, M.J.; SENNETT, B. The epidemiologic, pathologic, biomechanical, and cinematographic analysis of football - induced cervical spine trauma. *Am. J. Sports Med.*, v.18, n.1, p.50-7, 1990.
- TORG, J.S.; SENNETT, B.; VEGSO, J.J.; PAVLOV, H. Axial loading injuries to the middle cervical spine segment: An analysis and classification of twenty-five cases. *Am. J. Sports Med.*, v.19, n.1, p.6-20, 1991.
- TORG, J.S.; PAVLOV, H.; O'NEILL, M.J.; NICHOLS III, C.E.; SENNETT, B. The axial load teardrop fracture: A biomechanical, clinical and roentgenographic analysis. *Am. J. Sports Med.*, v.19, n.4, p.355-64, 1991.
- TORG, J.S.; SENNETT, B.; PAVLOV, H.; LEVENTHAL, M.R.; GLASGOW, S.G. Spear tackler's spine: An entity precluding participation in tackle football and Collision activities that expose the cervical spine to axial energy inputs. *Am. J. Sports Med.*, v.21, n.5, p.640-9, 1993.
- TORG, J.S.; THIBAUT, L.; SENNETT, B.; PAVLOV, H. The pathomechanics and pathophysiology of cervical spinal cord injury. *Clin. Orthop.*, n.321, p.259-69, 1995.
- TORG, J.S.; NARANJA, J.; PAVLOV, H.; GALINAT, B.J.; WARREN, R.; STINE, R.A. The relationship of developmental narrowing of the cervical spinal canal to reversible and irreversible injury of the cervical spinal cord in football players. *J. Bone joint Surg. [Am]*, v.78, n.9, p.1308-14, 1996.
- TORG, J.S.; RAMSEY-EMRHEIN, J.A. Management guidelines for participation in collision activities with congenital, developmental, or post-injury lesions involving the cervical spine. *Clin. Sports Med.*, v.16, n.3, p.501-31, 1997.
- TORG, J.S.; CORCORAN, T.A.; THIBAUT, L.E.; PAVLOV, H.; SENNETT, B.J.; NARANJA, J.; PRIANO, S. Cervical cord neuropraxia: classification, pathomechanics, morbidity, and management guidelines. *J. Neurosurg.*, v.87, n.6, p.843-50, 1997.
- TORG, J.S.; NARANJA, R.J.; PAVLOV, H.; GALINAT, B.J.; STINE, R.A. Correspondence to the Editor. *J. Bone Joint Surg. [Am]*, v.80, n.10, p.1554-55, 1998.
- WATKINS, R.G. Criteria for return to athletic play after cervical spine injury. *SpineLine*, v.2, n.4, p.17-8, 2001.
- WEINSTEIN, S.M. Assessment and rehabilitation of the athlete with a "stinger": A model for the management of noncatastrophic athletic cervical spine injury. *Clin. Sports Med.*, v.17, n.1, p.127-35, 1998.
- WEINSTEIN, S.M. Stinger: clinical pearls and misconceptions. *SpineLine.*, v.1, n.2, p.13-15, 2000.
- WHITE III, A.A.; JOHNSON, R.M.; PANJABI, M.M.; SOUTHWICK, W.O. Biomechanical analysis of clinical stability in the cervical spine. *Clin. Orthop.*, n.109, p.86-96, 1975.
- WOLF, B.S.; KHILNANI, M.; MALIS, L. The sagittal diameter of the bony cervical spinal canal and its significance in cervical spondylosis. *J. Mt. Sinai Hosp.*, v.23, p.283-92, 1956.
- YUE, W.M.; TAN, S.S.; TAN, M.H.; KOH, D.C.S.; TAN, C.T. The Torg-Pavlov ratio in cervical spondylotic myelopathy. *Spine.*, v.26, n.16, p.1760-64, 2001.