

Estudo imunohistoquímico dos mecanorreceptores do ligamento glenoumeral inferior em cadáveres humanos*

BENNO EJNISMAN¹, FLÁVIO FALOPPA², EDUARDO DA FROTA CARRERA³, CARLOS VICENTE ANDREOLI⁴, MARIA THEREZA DE SEIXAS ALVES⁵, ALEXANDRE ODASHIRO⁶, MOISÉS COHEN⁷

RESUMO

O estudo foi realizado em 18 cadáveres masculinos frescos (36 ombros) com idade média de 37 anos e 10 meses, segundo uma análise digital imunohistoquímica pela técnica da antiproteína S100, no sentido de avaliar o número, a distribuição e a classificação dos mecanorreceptores do ligamento glenoumeral de acordo com o lado e a idade. Os ligamentos glenoumerais inferiores retirados foram divididos em dois fragmentos, sendo um mais próximo da inserção do lábio da cavidade glenoidal. Foram utilizadas duas classificações, segundo a morfologia (Freeman e Wyke, 1967) e segundo a morfologia e tamanho das estruturas nervosas (Del Valle *et al*, 1998). Com relação aos resultados, encontraram-se 1.197 mecanorreceptores nos ligamentos glenoumerais inferiores, sendo que houve um predomínio nas porções mais próximas da inserção do lábio da cavidade glenoidal, não existindo diferenças significantes com relação ao lado avaliado. Nas peças dos cadáveres abaixo de 30 anos de idade, predominaram os receptores lentos do tipo Ruffini nas porções mais mediais do ligamento,

ABSTRACT

Immunohistochemical analysis of mechanoreceptors in human cadaver inferior glenohumeral ligament

This study was carried out in 18 fresh human cadavers (36 shoulders) with a mean age 37 years and 10 months, according to an immunohistochemical digital analysis using the anti-protein S100 technique with the purpose of evaluating number, distribution, and classification of mechanoreceptors in glenohumeral ligaments according to side and age. The removed inferior glenohumeral ligaments were divided into two fragments as follows: one close to the insertion of the glenoid cavity labrum, and another one, lateral to the labrum. Two classifications were used according to morphology (Freeman and Wyke, 1967) and to morphology and size (Del Valle et al, 1998) of the nervous structures. Regarding the results, 1,197 mechanoreceptors were found in the inferior glenohumeral ligaments, with predominance in the portions near the attachment in the glenoid and no significant differences were found in the right and left shoulder. In cadavers parts below the age of 30 years, lazy Ruffini-like receptors prevailed in the more

* Tese de Doutorado apresentada na Universidade Federal de São Paulo – Escola Paulista de Medicina, Programa de Pós-graduação em Ortopedia e Traumatologia (Serviço do Prof. Dr. José Laredo Filho).

1. Doutor em Medicina; Médico Assistente do Centro de Traumatologia-Ortopedia do Esporte e do Grupo de Ombro e Cotovelo da Disciplina de Mão e Membro Superior do Departamento de Ortopedia e Traumatologia – Unifesp-EPM.
2. Professor Associado da Disciplina de Cirurgia de Mão e Membro Superior do Departamento de Ortopedia e Traumatologia da Unifesp-EPM.
3. Professor Visitante; Chefe do Grupo de Ombro e Cotovelo na Disciplina de Cirurgia da Mão e Membro Superior da Unifesp-EPM.
4. Médico Assistente do Centro de Traumatologia-Ortopedia do Esporte – Unifesp-EPM.

5. Professora Adjunta da Disciplina de Anatomia Patológica Geral, Sistemática, Forense e Bioética do Departamento de Patologia da Unifesp-EPM.

6. Residente da Disciplina Anatomia Patológica Geral, Sistemática, Forense e Bioética do Departamento de Patologia da Unifesp-EPM.

7. Livre-Docente; Professor Adjunto e Chefe do Setor de Traumatologia-Ortopedia do Departamento de Ortopedia e Traumatologia da Unifesp-EPM.

Endereço para correspondência: Rua Embaú, 95 – 04037-001 – São Paulo, SP. Tel.: 5579-3233; e-mail: ejnisman@osite.com.br

Recebido em 4/12/01. Aprovado para publicação em 9/5/02.
Copyright RBO2002

enquanto, nestes locais, nos cadáveres acima de 30 anos de idade, houve maior concentração de terminações nervosas livres.

Unitermos – Articulação do ombro; ligamentos articulares; mecanorreceptores; técnicas imunoenzimáticas; cadáver

INTRODUÇÃO

A articulação glenoumeral é, indubitavelmente, a mais instável do corpo humano, apresentando amplo grau de movimento, necessitando de um controle efetivo da estabilidade, a qual é determinada pelo mecanismo harmônico e preciso dos restritores estáticos e dinâmicos⁽¹⁾.

A função estática dos ligamentos do ombro atua principalmente durante os movimentos extremos (atletas arremessadores), pois a sua resistência parece ser bastante pequena. Segundo Bigliani *et al*⁽²⁾, a capacidade máxima de suportar tensão do ligamento glenoumeral inferior seria de 70N, valor facilmente ultrapassado em qualquer episódio de luxação.

A presença dos mecanorreceptores nas estruturas articulares é fundamental para a transmissão da deformação

medial portions of the ligament while, in this area, in cadavers with age over 30 years, there was a greater concentration of free nerve endings.

Key words – Shoulder joints; articular ligaments; mechanoreceptors; immunoenzymatic technique; cadaver

mecânica por meio de sinais elétricos para o sistema nervoso central, que recebe a intensidade e a frequência dos impulsos, analisando a posição articular^(3,4,5,6,7,8,9,10).

Inúmeras classificações foram estabelecidas por vários autores com relação aos mecanorreceptores. Polacek agrupou-os em três tipos: as terminações nervosas livres, os corpúsculos encapsulados e as terminações equipadas com células auxiliares⁽¹¹⁾. Freeman e Wyke classificaram-nos em quatro tipos de terminações nervosas, de acordo com a composição morfológica das células nervosas, determinando arbitrariamente tipos (I a IV) das estruturas encontradas⁽¹²⁾ (fig. 1).

Os receptores do tipo I são globulares ou corpúsculos ovóides encapsulados, função de adaptação lenta, denomi-

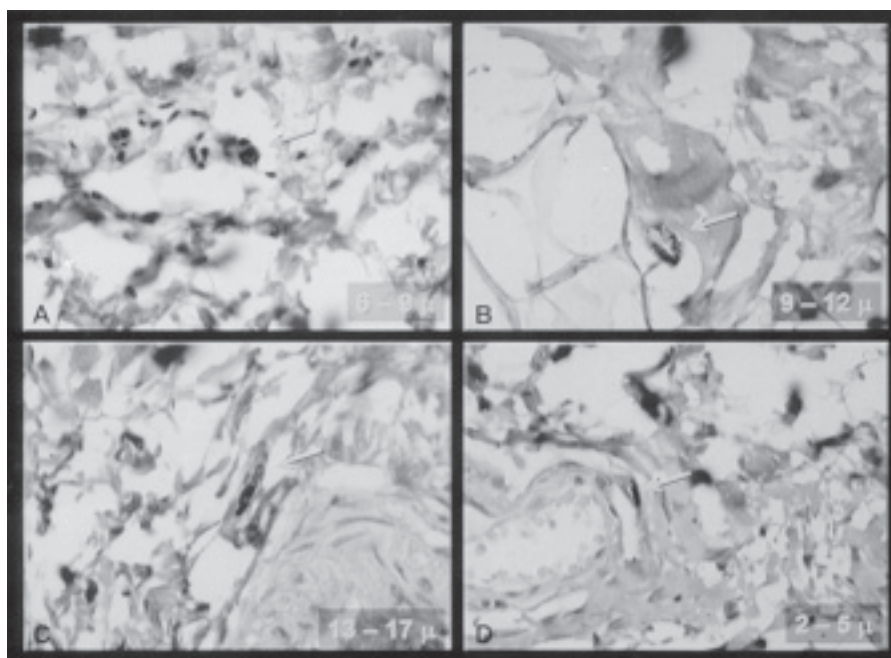


Fig. 1 – Classificação de Freeman e Wyke (classificação 2): **A)** globular, **B)** cônico, **C)** fusiforme, **D)** terminações nervosas livres e não classificáveis.

Fig. 1 – Freeman and Wyke **A)** globular, **B)** conical, **C)** fusiform structures, **D)** free, and non-classified nerve endings

nados terminações de Ruffini, terminações de Golgi-Mazzoni e corpúsculos de Meissner. Os receptores do tipo II são alongados, formato cônico, função de adaptação rápida, denominados corpúsculos de Pacini e corpúsculos de Krause. Os receptores do tipo III são fusiformes, função de adaptação lenta, denominados terminações de Golgi e corpúsculos de Golgi-Mazzoni. Os receptores do tipo IV são terminações relativamente indiferenciadas não corpusculares, compostas por filamentos nervosos amielínicos, divididos em terminações nervosas livres (responsáveis pela dor) e terminações eferentes amielínicas (responsáveis pela inervação vasomotora)⁽¹²⁾.

Del Valle *et al*⁽¹³⁾ estudaram o ligamento cruzado anterior do joelho por meio da coloração pela proteína S100, tendo observado cinco tipos de corpúsculos sensoriais: lamelares, tipo Krause, tipo Pacini, tipo Ruffini e não classificáveis⁽¹³⁾ (fig. 2).

A propriocepção é uma especialização sensorial do indivíduo, realizada por meio do toque, sensação de movimento e posição articular, detectada por receptores nervosos localizados na articulação, nos músculos e na pele⁽¹⁴⁾. Dependendo do tipo de treinamento, pode ocorrer melhora dessa capacidade, porém, a ocorrência de lesões, imobilizações, fadiga muscular, podem diminuir a capacidade proprioceptiva e aumentar as probabilidades de lesões ortopédicas⁽¹⁴⁾. A capacidade de propriocepção parece diminuir

com o aumento da idade⁽¹⁵⁾, do grau de esforço físico e fadiga⁽¹⁴⁾.

A literatura mundial cada vez mais procura definir o papel dos mecanorreceptores e sua relação com a propriocepção. As linhas de pesquisa atualmente enfatizam a estabilização ligamentar por três métodos: estudos anatômicos, histológicos e imunohistoquímicos^(7,8,10,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26), estudos clínicos e cirúrgicos^(15,27,28,29,30,31,32) e estudos biomecânicos^(2,5).

O objetivo deste estudo é avaliar a presença e distribuição de terminações nervosas do ligamento glenoumeral inferior de cadáveres humanos sem lesões macroscópicas do ombro, além de procurar correlacionar a localização, idade e tipo de receptor nervoso.

MATERIAL E MÉTODO

Foram avaliados os receptores nervosos do ligamento glenoumeral inferior do ombro de cadáveres frescos provenientes do Instituto Médico Legal da Universidade de São Paulo e do Serviço de Verificação de Óbitos da Universidade Federal de São Paulo, mediante avaliação e aprovação prévia do projeto de pesquisa pela Comissão de Ética na Pesquisa da Universidade Federal de São Paulo.

Excluíram-se os cadáveres que apresentavam sinais externos de alguma doença que alterasse a cápsula articular, como afecções reumáticas ou evidência de luxação ante-

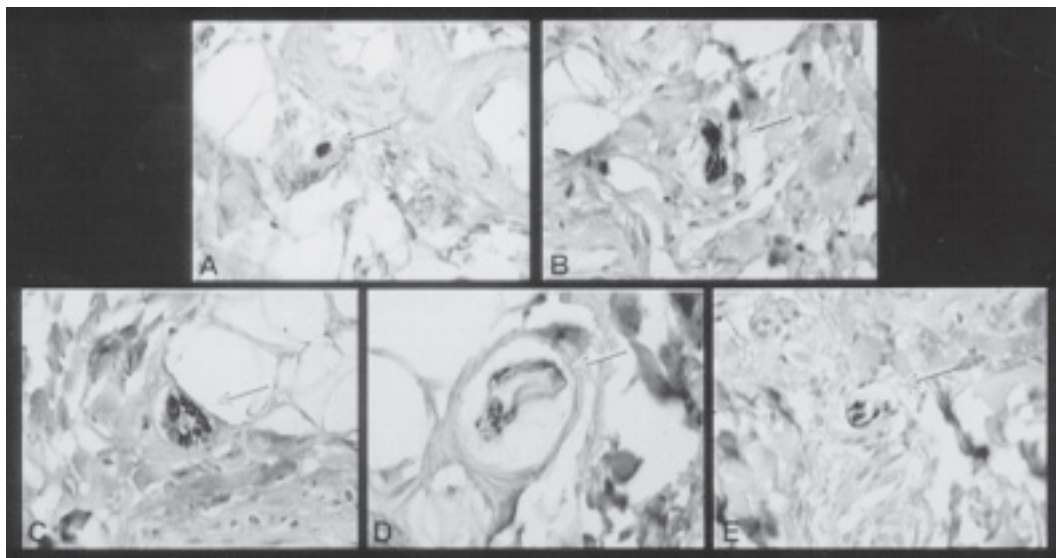


Fig. 2 – Classificação de Del Valle (classificação 2): **A)** lamelares, **B)** tipo Krause, **C)** tipo Pacini, **D)** tipo Ruffini, **E)** não classificáveis.

Fig. 2 – Del Valle **A)** Lamellar, **B)** Krause, **C)** Pacini, **D)** Ruffini, **E)** non-classified nerve endings

rior, preferindo-se utilizar aqueles que sofreram morte violenta, além de não evidenciarem outras alterações pelo exame físico e inspeção.

Foram dissecados os ombros direito e esquerdo de 18 cadáveres frescos, todos do sexo masculino. A idade média foi de 37 anos e 10 meses de idade (± 16 anos e quatro meses), variando entre 12 e 70 anos de idade, com mediana de 36 anos. Dos 18, sete (38,9%) tinham até 30 anos e 11 (61,1%), acima de 30 anos de idade.

A técnica de dissecação para a retirada do ligamento glenoumeral anterior utilizou a via cirúrgica deltopeitoral ampliada. Foi realizada desinserção do músculo subescapular a cerca de 1cm da tuberosidade menor do úmero, permitindo a criação de espaço que permitia a exposição da cápsula articular. A cápsula articular anterior do ombro era então aberta em toda a sua extensão, o mais lateralmente possível, ou seja, o mais próximo do colo do úmero.

A identificação do ligamento glenoumeral inferior realizava-se por meio da coloração com caneta demarcante e, com o uso de uma lâmina de bisturi, retirava-se o ligamento glenoumeral anterior com um fragmento do lábio glenoidal até a sua porção mais lateral justaposta à cabeça umeral.

O ligamento glenoumeral era então avaliado macroscopicamente, com o objetivo de identificar lesões, demarcando o fragmento mais medial, junto ao lábio glenoidal por um ponto de sutura com fio mononáilon. Em seguida, era colocado num recipiente contendo uma solução de formol a 10%, por um período médio de 24 a 48 horas.

O fragmento retirado do ombro direito era denominado de "1" e o esquerdo, de "2". O fragmento era dividido em duas partes, sendo que da inserção do lábio glenoidal até 2cm laterais, era denominado de fragmento "A", enquanto a região mais lateral de fragmento era chamada de "B", com tamanho variável.

No laboratório de Patologia da Unifesp/EPM, após a fixação, as peças foram desidratadas em concentrações crescentes de álcool diafanizadas em xilol e incluídas em parafina. Com o material incluído em bloco de parafina foram confeccionados cortes histológicos com espessura máxima de 4 μ m em lâminas previamente silanizadas (*3-inopropyltriethoxsilane Sigma Chemical CO USA*® código A3648), deixadas na estufa a 60° Celsius por 24 horas, para maior adesão dos cortes. Os cortes foram corados pelo método imunohistoquímico da estrepto-avidina-biotina-peroxidase para o anticorpo policlonal antiproteína S100, conforme o protocolo de reação. Após esse passo, procedeu-se à

contagem das terminações nervosas em toda a extensão do fragmento do ligamento glenoumeral inferior, corados pelo método imunohistoquímico, de maneira interativa, com aumento de 400 vezes, com auxílio do sistema de análise digital de imagem.

A classificação "1" consiste na divisão clássica efetuada por Freeman e Wyke⁽¹²⁾, sendo dividida em quatro tipos em relação à morfologia e tamanho do receptor (fig. 1). Já a classificação "2", mais recente e utilizada no trabalho de Del Valle *et al*⁽¹³⁾, correlaciona, além da morfologia, o tamanho das estruturas (fig. 2).

No método estatístico as variáveis foram representadas por frequências absoluta (n) e relativa (%). A presença de associação entre duas variáveis foi verificada pelo teste do qui-quadrado (χ^2) de Pearson. A concordância entre as duas classificações foi avaliada pelo coeficiente Kappa e sua significância foi testada. Adotou-se o nível de significância de 0,05 ($\alpha = 5\%$) e níveis descritivos (P) inferiores a este valor foram considerados estatisticamente significantes.

RESULTADOS

Em 72 lâminas avaliadas, foram encontradas 1.197 estruturas nervosas, sendo 536 (44,8%) observadas nos ombros direitos e 661 (55,2%), nos ombros esquerdos de 18 cadáveres.

Não foi encontrada diferença significativa pela classificação "1" das estruturas nervosas quando comparados os lados direito e esquerdo, considerando-se todas as estruturas ($P = 0,1134$), as do fragmento A ($P = 0,1996$) e as do fragmento B ($P = 0,2015$) (gráfico 1).

Também não foi observada diferença significativa pela classificação "2" das estruturas nervosas encontradas nos lados direito e esquerdo, considerando-se todas as estruturas ($P = 0,5610$), as do fragmento A ($P = 0,1561$) e as do fragmento B ($P = 0,8565$) (gráfico 2).

Diante dos resultados, a lateralidade do ombro foi desconsiderada, uma vez que não foi encontrada diferença significativa entre os lados direito e esquerdo.

A comparação pela classificação "1", quando comparadas as estruturas nervosas dos fragmentos A e B, mostrou diferença estatisticamente significativa entre elas ($P = 0,0008^*$). As estruturas nervosas encontradas nos fragmentos A mostraram maior presença de tipo terminação nervosa livre (27,7%) do que as encontradas nos fragmentos B (18,7%). Foi encontrada também menor presença de tipo

globular nas estruturas nervosas dos fragmentos A (37,3%) em comparação com os fragmentos B (46,6%). Estes resultados encontram-se representados na tabela 1.

A comparação pela classificação “2” nas estruturas nervosas encontradas nos fragmentos A e B não mostrou diferença significativa entre elas (P = 0,0962). Estes resultados encontram-se representados na tabela 2.

Na avaliação dos receptores nervosos segundo a idade, não houve significância dos valores na tabela de disper-

são; estes se assemelham muito, sem valores significantes. Optou-se, então, por dividir os cadáveres em acima e abaixo dos 30 anos de idade, segundo Zuckerman *et al*⁽¹⁵⁾.

Com relação à idade, não foi encontrada diferença significativa segundo a classificação “1” das estruturas nervosas encontradas no grupo com até 30 anos e no grupo com idade acima de 30 anos de idade, considerando todas as estruturas (P = 0,4304), as do fragmento A (P = 0,4778) e as do fragmento B (P = 0,0812).

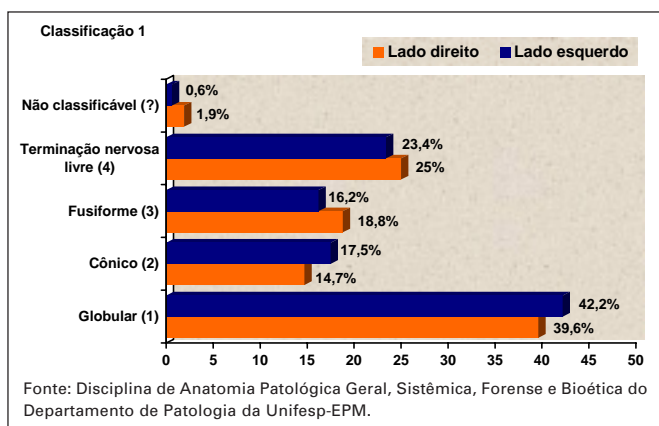


Gráfico 1 – Frequências absoluta e relativa das estruturas globular, cônico, fusiforme, terminação nervosa livre e não classificável, segundo os lados direito e esquerdo

Graph 1 – Absolute and relative frequencies of the globular, conical, fusiform structures, free and non-classified nerve endings, according to right and left sides

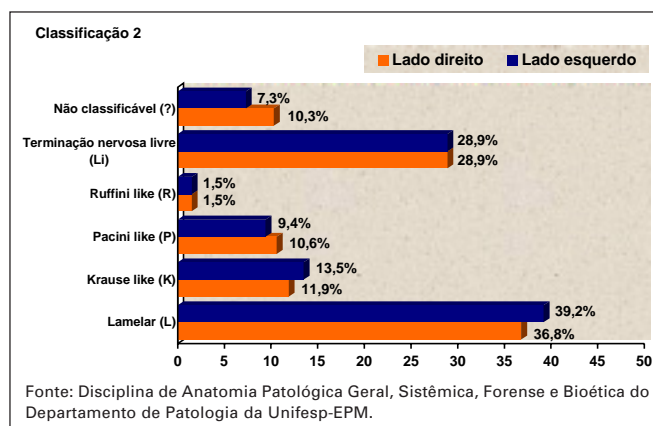


Gráfico 2 – Frequências absoluta e relativa das estruturas lamelar, tipo Krause, tipo Pacini, tipo Ruffini, terminação nervosa livre e não classificável, segundo os lados direito e esquerdo

Graph 2 – Absolute and relative frequencies of Krause, Pacini, Ruffini-like lamellar structures, free and non-classified nerve endings according to the right and left sides

TABELA 1
Frequências absoluta e relativa das estruturas globular, cônico, fusiforme, terminação nervosa livre e não classificável, segundo os fragmentos A e B
Absolute and relative frequencies of the globular, conical, fusiform structures, free and non-classified nerve endings, according to fragments A and B

Classificação 1	Ligamento glenoumeral inferior				Total	
	Fragmento A		Fragmento B		n	%
	n	%	n	%		
Globular (1)	269	37,3	222	46,6	491	41,0
Cônico (2)	126	17,5	69	14,5	195	16,3
Fusiforme (3)	117	16,2	91	19,1	208	17,4
Terminação nervosa livre (4)	200	27,7	89	18,7	289	24,1
Não-classificável (?)	9	1,2	5	1,1	14	1,2
Total	721	100,0	476	100,0	1.197	100,0

Teste do qui-quadrado: P = 0,0008*

Fonte: Disciplina de Anatomia Patológica Geral, Sistemática, Forense e Bioética do Departamento de Patologia da UNIFESP-EPM.

TABELA 2
Freqüência absoluta e relativa segundo a classificação 2 das estruturas lamelar, tipo Krause, tipo Pacini, tipo Ruffini, terminação nervosa livre e não classificável segundo os fragmentos A e B

Absolute and relative frequencies according to classification 2 of the Krause, Pacini, and Ruffini like lamellar structures, free nerve and non-classified endings according to the fragments A and B

Classificação 2	Ligamento glenoumeral inferior				Total	
	Fragmento A		Fragmento B		n	%
	n	%	n	%		
Lamelar (L)	258	35,8	198	41,6	456	38,1
Tipo Krause (K)	89	12,3	64	13,4	153	12,8
Tipo Pacini (P)	69	9,6	50	10,5	119	9,9
Tipo Ruffini (R)	9	1,2	9	1,9	18	1,5
Terminação nervosa livre (Li)	227	31,5	119	25,0	346	28,9
Não-classificável (?)	69	9,6	36	7,6	105	8,8
Total	721	100,0	476	100,0	1.197	100,0

Teste do qui-quadrado: P = 0,0962

Fonte: Disciplina de Anatomia Patológica Geral, Sistêmica, Forense e Bioética do Departamento de Patologia da UNIFESP-EPM.

TABELA 3
Freqüências absoluta e relativa das estruturas lamelar, tipo Krause, tipo Pacini, tipo Ruffini, terminação nervosa livre e não-classificável, segundo a idade acima e abaixo dos 30 anos cujas estruturas nervosas foram analisadas

Absolute and relative frequencies of the Krause, Pacini and Ruffini-like lamellar structures and non-classified nerve endings according to age over and under 30 years, whose nervous endings were analyzed

Classificação 2	Ligamento glenoumeral inferior				Total	
	Idade ≤ 30a		Idade > 30a		n	%
	n	%	n	%		
Lamelar (L)	181	38,2	275	38,0	456	38,1
Tipo Krause (K)	61	12,9	92	12,7	153	12,8
Tipo Pacini (P)	54	11,4	65	9,0	119	9,9
Tipo Ruffini (R)	11	2,3	7	1,0	18	1,5
Terminação nervosa livre (Li)	123	25,9	223	30,8	346	28,9
Não-classificável (?)	44	9,3	61	8,4	105	8,8
Total	474	100,0	723	100,0	1.197	100,0

Teste do qui-quadrado: P = 0,1702

Fonte: Disciplina de Anatomia Patológica Geral, Sistêmica, Forense e Bioética do Departamento de Patologia da UNIFESP-EPM.

Não foi encontrada diferença significativa pela classificação “2” das estruturas nervosas encontradas no grupo com até 30 anos de idade, bem como no grupo com idade acima de 30 anos, considerando todas as estruturas (P =

0,1702) e as do fragmento A (P = 0,6286). Foi encontrada diferença significativa pela classificação “2” das estruturas nervosas encontradas no grupo com até 30 anos e no grupo com idade acima de 30 anos de idade do fragmento B (P =

TABELA 4
Freqüências absoluta e relativa das estruturas lamelar, tipo Krause, tipo Pacini, tipo Ruffini, terminação nervosa livre e não-classificável, segundo a idade acima e abaixo dos 30 anos no fragmento A
Absolute and relative frequencies of the Krause, Pacini and Ruffini-like lamellar structures, and non-classified nerve endings according to age over and under 30 years in the fragment A

Classificação 2	Fragmento A				Total	
	Idade ≤ 30a		Idade > 30a		n	%
	n	%	n	%		
Lamelar (L)	106	37,1	152	34,9	258	35,8
Tipo Krause (K)	31	10,8	58	13,3	89	12,3
Tipo Pacini (P)	33	11,5	36	8,3	69	9,6
Tipo Ruffini (R)	3	1,0	6	1,4	9	1,2
Terminação nervosa livre (Li)	86	30,1	141	32,4	227	31,5
Não-classificável (?)	27	9,4	42	9,7	69	9,6
Total	286	100,0	435	100,0	721	100,0

Teste do qui-quadrado: P = 0,6286

Fonte: Disciplina de Anatomia Patológica Geral, Sistêmica, Forense e Bioética do Departamento de Patologia da UNIFESP-EPM.

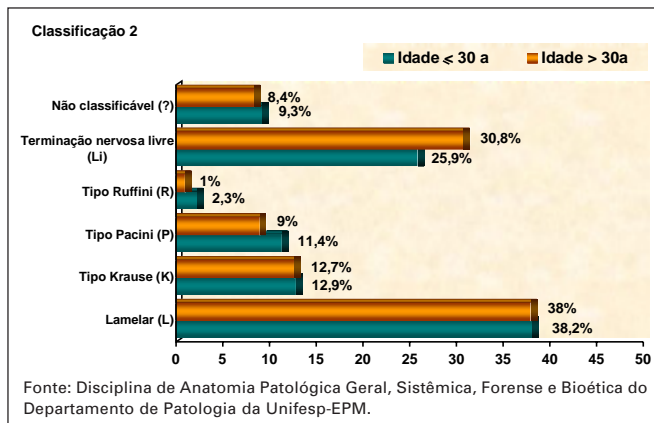


Gráfico 3 – Freqüências absoluta e relativa das estruturas lamelar, tipo Krause, tipo Pacini, tipo Ruffini, terminação nervosa livre e não-classificável, segundo a idade acima e abaixo dos 30 anos cujas estruturas nervosas foram analisadas

Graph 3 – Absolute and relative frequencies of the Krause, Pacini and Ruffini-like lamellar structures and non-classified nerve endings according to age over and under 30 years, whose nerve endings were analyzed

0,0087*). As estruturas nervosas encontradas nos cadáveres com até 30 anos de idade mostraram maior presença de corpúsculos do tipo Ruffini (4,3%) do que as nos cadáveres com idade acima de 30 anos (0,3%). Foi encontrada também menor presença de tipo “terminação nervosa li-

vre” nas estruturas nervosas dos cadáveres com até 30 anos (19,7%) do que nos com idade acima de 30 anos (28,5%). Estes resultados encontram-se representados nas tabelas 3, 4 e gráfico 3.

DISCUSSÃO

Os mecanorreceptores não apresentam função totalmente conhecida. São um dos principais responsáveis por fornecer ou determinar o caminho desta intrigante rede de transmissão que pode diferenciar os vários indivíduos da espécie humana, com relação à destreza e à habilidade, dentre outras funções. Ejnisman, em 1998, observou que o ombro instável anestesiado apresenta grande facilidade para ser deslocado, momento em que certamente existe a anulação do papel dos mecanorreceptores⁽²⁸⁾.

Desde os trabalhos de Turkel *et al*⁽¹⁾, sabe-se que nenhuma estrutura isolada é primariamente responsável pela estabilização do ombro nas diversas posições. Segundo Jerosh *et al*⁽²⁹⁾, o estímulo do ligamento glenoumeral inferior determina respostas eletromiográficas em tempos diversos (100 a 516msec), provavelmente acionadas pelos receptores de ação rápida localizados nos músculos da cintura escapular. Devido a esse fato, optou-se pelo estudo dos ligamentos glenoumerais inferiores, que melhor representariam o tipo de receptor encontrado na cápsula articular, além de

este ligamento ser o principal estabilizador do ombro na posição de abdução e rotação lateral⁽³³⁾.

O estudo de Cadwell *et al*⁽²⁷⁾ confirma que a maior contribuição da propriocepção do ombro seria extra-articular. Nossos achados comprovam a importância decisiva das estruturas intra-articulares nos mecanismos de estabilização da articulação glenoumeral, pois encontrou-se grande quantidade de receptores nervosos na região do ligamento glenoumeral inferior, que é intra-articular.

Este estudo, concordando com vários trabalhos da literatura referentes ao ombro e outras articulações^(21,25), demonstrou a presença de 1.197 estruturas nervosas (mecanorreceptores) e, principalmente, de receptores nervosos de ação lenta nos ligamentos glenoumerais. Na literatura existem trabalhos que avaliaram os receptores por meio de técnicas histológicas⁽²⁴⁾, biomecânicas⁽⁵⁾, por imunofluorescência⁽¹⁹⁾ e eletrofisiológicas⁽²²⁾, porém, o encontro de uma quantidade maior de receptores nervosos em relação aos outros trabalhos da literatura deve-se ao emprego da técnica imunohistoquímica da proteína S-100, que seria a melhor forma de avaliar os neurorreceptores, segundo Del Valle *et al*⁽¹³⁾, por meio da contagem de cada tipo de receptor nervoso.

O número de cadáveres dissecados por nós mostra-se superior ao da maioria dos trabalhos da literatura^(6,10,21,24,25), possibilitando inclusive uma avaliação relacionada à faixa etária (tabela 3 e gráfico 3).

Freeman *et al*⁽¹⁸⁾, em 1965, já se preocupavam com as seqüelas que as lesões ligamentares e, conseqüentemente, o déficit proprioceptivo poderia acarretar à articulação. Contudo, somente em 1994, o trabalho de Lephart *et al*⁽³¹⁾ demonstrou que os ombros de indivíduos que apresentam instabilidade possuem menor capacidade de propriocepção, retornando ao seu limiar normal após a reconstrução cirúrgica. Os mecanorreceptores do ombro localizam-se mais próximos da região de inserção com o lábio glenoidal, possibilitando o retorno pleno às atividades com a reconstituição da inserção normal do ligamento⁽³¹⁾.

Somente em três casos não se encontrou tecido nervoso, correspondendo ao local mais próximo da região do colo do úmero (fragmento B), comprovando que, conforme se estudam as porções mais laterais do ligamento glenoumeral inferior, menos estruturas são encontradas, possivelmente por se localizarem num local de menos estiramento e não haver tanta necessidade de estímulos nervosos⁽²⁾.

Segundo os dados deste estudo, não existem diferenças estatisticamente significantes entre o lado direito e o es-

querdo, concordando com Lephart *et al*⁽³¹⁾ e Zuckerman *et al*⁽¹⁵⁾, que evidenciaram não existirem diferenças significantes da capacidade proprioceptiva entre o lado dominante e o não-dominante. Não se encontrou nenhum trabalho na literatura que comparasse a lateralidade do ombro correlacionada aos mecanorreceptores.

Com relação à divisão dos fragmentos em A e B, o estudo comprovou que os fragmentos A, próximos da inserção do lábio glenoidal, apresentam maior quantidade de receptores nervosos (721) do que os fragmentos B (476), que, provavelmente, em casos de lesões traumáticas ou nos ombros com cápsula redundantes, poderiam estar lesionados, impossibilitando a conexão para acionar o mecanismo de prevenção da luxação. Estes dados são compatíveis com os do trabalho de Bresh e Nuber⁽¹⁷⁾. Zimny⁽²⁶⁾ acredita que, nos locais de movimentos de rotação lateral máxima, existe maior concentração de mecanorreceptores, concordando com os dados desta pesquisa, sem referir, contudo, a presença de todos os tipos de receptores.

Segundo Vangness *et al*⁽²⁵⁾ e Gohlke *et al*⁽¹⁹⁾, os receptores tipo corpúsculos de Ruffini seriam mais freqüentes nos ligamentos glenoumerais, porém, este estudo mostrou que os mecanorreceptores lamelares são os mais freqüentes (38,1%), enquanto as terminações do tipo corpúsculos de Ruffini somente foram mais representativas nos cadáveres abaixo dos 30 anos de idade (2,3%). Concordando com Del Valle *et al*⁽¹³⁾ e Schultz *et al*⁽⁹⁾, não foram encontrados mecanorreceptores como órgãos tendinosos de Golgi.

A divisão entre cadáveres acima e abaixo de 30 anos de idade fundamentou-se na incidência de instabilidade, freqüência de atividade física e tipo de trabalho, com base no estudo de Zuckerman *et al*⁽¹⁵⁾, que demonstraram a presença de alterações proprioceptivas entre indivíduos teoricamente mais jovens ou mais velhos que esse referencial.

Morisawa⁽²³⁾ procurou correlacionar a idade e a evolução dos receptores nos ombros, demonstrando diminuição do número com o passar dos anos. Nosso estudo discorda do de Morisawa⁽²³⁾, pois em números absolutos não foi possível evidenciar alteração significativa dos mecanorreceptores com o decorrer da idade. Ao realizar análise quantitativa do fragmento B, foi observado que, na população acima dos 30 anos, a incidência de terminações nervosas livres foi maior, diferentemente das terminações do tipo corpúsculos de Ruffini, que foram mais encontradas nos cadáveres com menos de 30 anos de idade. Nenhum trabalho encontrado na literatura comparou os mecanorrecepto-

res dos ligamentos glenoumerais inferiores com relação à idade.

A maior presença de receptores de ação lenta (tipo corpúsculos de Ruffini) nos pacientes mais jovens pode demonstrar adaptação do ombro para facilitar a propriocepção durante a fase mais ativa da pessoa, enquanto, nos pacientes acima dos 30 anos de idade, já se observa maior presença de terminações nervosas livres, responsáveis pela transmissão da dor, muito mais freqüente nos pacientes mais velhos.

A maioria dos trabalhos^(17,21,25) encontrados na literatura utiliza a classificação de Freeman e Wyke⁽¹²⁾ (classificação “1”) para definir o tipo de receptor. Optou-se por realizar uma avaliação também pela classificação de Del Valle *et al*⁽¹³⁾ (classificação “2”) por ser mais recente e avaliar a presença de outros receptores, além de utilizar a mensuração do tamanho dos receptores, que leva a resultado mais preciso, somente possível com o auxílio de uma imagem digitalizada e contando-se as células com ajuda de um computador.

Apesar do reconhecimento da importância dos receptores nervosos do ombro, ainda não existe um consenso quanto a sua real distribuição. Este trabalho demonstrou a maior concentração de receptores do tipo I, seguidos de tipo IV, tipo II e tipo III, discordando do trabalho de Jerosh *et al*⁽²⁹⁾, que demonstraram maior concentração do tipo II, sem, entretanto, ter feito uma contagem dos mecanorreceptores. Os achados desta pesquisa discordaram parcialmente dos de Blasier *et al*⁽³³⁾, que demonstraram maior concentração dos tipos I e III próximos da inserção com o lábio glenoidal.

A presença de mecanorreceptores em determinadas regiões articulares pode definir o tipo de procedimento cirúrgico⁽⁶⁾ ou até a via de acesso a ser realizada. Por exemplo, na presença de um ombro instável (instabilidade anterior do ombro), os procedimentos de reconstrução anatómicos (capsuloplastia de Neer e a reinserção da lesão do *labrum* anterior, lesão de Bankart) parecem facilitar a reabilitação proprioceptiva^(24,32), enquanto os procedimentos do tipo bloqueios ósseos (cirurgia de Bristow) teoricamente poderiam dificultar a rede de transmissão do impulso nervoso.

A avaliação de inúmeros receptores nervosos no ligamento glenoumeral inferior nas porções mais próximas da cavidade glenoidal traz uma preocupação relacionada às técnicas de encurtamento da cápsula, que, por meio do aque-

cimento desta, propiciam diminuição do volume capsular. Entretanto, até o momento não se sabe quanto o aumento da temperatura local pode influenciar na resposta proprioceptiva do ombro.

Diversos estudos dentro da linha de pesquisa das macro e microestruturas foram realizados no Departamento de Ortopedia da Unifesp-EPM^(34,35,36,37,38). Nosso objetivo é seguir essa linha de pesquisa, de acordo com a literatura mundial recente^(22,30), que procura definir o caminho exato da propriocepção, sinalizando a abertura de uma frente que poderá facilitar o tratamento cirúrgico e fisioterápico dos pacientes, os quais poderão ser beneficiados com melhores resultados ou mesmo uma recuperação mais precoce.

CONCLUSÕES

- 1) Os mecanorreceptores do ligamento glenoumeral inferior do ombro predominam nas porções mais próximas da inserção do lábio glenoidal.
- 2) A avaliação entre o ombro esquerdo e direito não demonstrou diferenças significantes com relação à presença de mecanorreceptores.
- 3) Nas peças dos cadáveres com idade inferior a 30 anos, houve predomínio dos receptores nervosos do tipo Ruffini na região mais próxima do colo anatómico do úmero, enquanto naqueles de mais de 30 anos predominaram as terminações nervosas livres.

REFERÊNCIAS

1. Turkel S.J., Panio M.W., Marshall J.L., Girgis F.G.: Stabilizing mechanism preventing anterior dislocation of the glenohumeral joint. *J Bone Joint Surg [Am]* 63: 1208-1217, 1981.
2. Bigliani L.U., Pollock R.G., Soslowsky L.J., Flatow E.L., Pawluk R.J., Mow V.C.: Tensile properties of the inferior glenohumeral ligament. *J Orthop Res* 10: 187-197, 1992.
3. Cohen M., Saad F.A., Abdalla R.J., Saad E.A., Ejnisman B., Filardi M.S., Amaro J.T.: Estudo da vascularização e celularidade dos meniscos em crianças até um ano de idade. *Acta Ortop Bras* 4: 161-168, 1996.
4. Cohen M., Granata Junior G.S.M., Ejnisman B., Seixas M.T., Vicenze V.: Estudo da vascularização do menisco humano. *Rev Bras Ortop* 33: 264-270, 1998.
5. Kaltsas D.S.: Comparative study of the properties of the shoulder joint capsule with those of other joint capsules. *Clin Orthop* 173: 20-26, 1982.
6. McLain R.F.: Mechanoreceptor endings in the human cervical facets joints. *Spine* 19: 495-501, 1994.
7. Mickelson J.D., Huntchins C.: Mechanoreceptor in human ankle ligaments. *J Bone Joint Surg [Br]* 77: 219-224, 1995.
8. Oliveira V.M.: Estudo das terminações nervosas dos discos intervertebrais da coluna vertebral lombar de humanos [Tese]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo-Escola Paulista de Medicina, 2001.

9. Schultz R.A., Miller D.C., Kerr C.S., Micheli L.: Mechanoreceptor in human cruciate ligament. *J Bone Joint Surg [Am]* 66: 1072-1076, 1984.
10. Strasmann T., Halata Z., Loo S.K.: Topography and ultrastructure of sensory endings in the joint capsules of the Kowari (*Dasyuroides byrnei*), an Australian marsupial. *Anat Embryol (Berl)* 176: 1-12, 1987.
11. Polacek P.: Receptors of the joints. Their structure, variability and classification [Tese]. Brno: Leharska Fakulta University, 1966.
12. Freeman M.A.R., Wyke B.: The innervation of the knee joint. An anatomical and histological study in cat. *J Anat* 101: 505-532, 1967.
13. Del Valle M.E.D., Harwin S.F., Maestro A., Murcia A., Vega J.A.: Immunohistochemical analysis of mechanoreceptors in the human posterior cruciate ligament. *J Arthroplasty* 3: 916-922, 1998.
14. Brindle T.J., Nyland J., Shapiro R., Caborn D.N., Stine R.: Shoulder proprioception: latent muscle reaction times. *Med Sci Sports Exerc* 31: 1394-1398, 1999.
15. Zuckerman J.D., Gallagher M.A., Lehman C., Kraushaar B.S., Choueka J.: Normal shoulder proprioception and effect of lidocaine injection. *J Shoulder Elbow Surg* 8: 11-16, 1999.
16. Badalamente M.A., Dee R., Propper M.: Ultrastructural study of joint innervation. *Orthop Rev* 13: 212-215, 1984.
17. Bresh J.R., Nuber G.W.: Mechanoreceptors of the middle and inferior glenohumeral ligaments. *J Shoulder Elbow Surg* 4: 63, 1994.
18. Freeman M.A.R., Dean M.R.E., Hanhan I.W.F.: The etiology and prevention of the functional instability of the foot. *J Bone Joint Surg [Br]* 47: 678-685, 1965.
19. Gohlke F., Janssen E., Leidel J., Heppelmann B., Eulert J.: Histopathological findings in the proprioception of the shoulder joint. *Orthopade* 27: 510-517, 1998.
20. Ide K., Shirai Y., Ito H.: Sensory nerve supply in the human subacromial bursa. *J Shoulder Elbow Surg* 5: 371-382, 1996.
21. Jerosh J., Castro W.H., Halm H., Dresler H.: Does the glenohumeral joint capsule have proprioceptive capability? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1: 80-84, 1993.
22. Minaki Y., Yamashita T., Takebayashi T., Ishii S.: Mechanosensitive afferent units in the shoulder and adjacent tissues. *Clin Orthop* 369: 349-356, 1999.
23. Morisawa Y.: Morphological study of mechanoreceptors on the coracoacromial ligament. *J Orthop Sci* 3: 102-110, 1998.
24. Schutte M.J., Dabezies E.J., Zimny M.L., Happel L.T.: Neural anatomy of the human cruciate ligament. *J Bone Joint Surg [Am]* 69: 243-247, 1984.
25. Vangness C.T., Ennis M., Taylor J.G., Atkinson R.: Neural anatomy of glenohumeral ligaments, labrum and subacromial bursa. *Arthroscopy* 11: 180-184, 1995.
26. Zimny M.L.: Mechanoreceptor in articular tissues. *Am J Anat* 182: 16-32, 1988.
27. Cadwell G.L., Safran M.R., Lephart S.M., Borsa P., Pinciviero D.M., Fu F.H.: Intra-articular afferent contribution to shoulder proprioception [poster exhibition]. In: American Congress of Sports Medicine, 1986.
28. Ejnisman B.: Instabilidade do ombro: correlação entre o exame sob anestesia e os achados cirúrgicos [Tese]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo-Escola Paulista de Medicina, 1998.
29. Jerosh J., Steinbeck J., Schröder M., Westhues M., Reer R.: Intraoperative EMG response of the musculature after stimulation of the glenohumeral joint capsule. *Acta Orthop Belg* 63: 8-14, 1997.
30. Jerosh J., Thorwesten L., Steinbeck J., Reer R.: Proprioceptive function of the shoulder girdle in healthy volunteers. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 3: 219-225, 1996.
31. Lephart S.M., Warner J.J.P., Borsa P.A., Fu F.H.: Proprioception of the shoulder joint in healthy, unstable, and surgically repaired shoulders. *J Shoulder Elbow Surg* 3: 371-380, 1994.
32. Lephart S.M., Fu F.H.: The role of proprioception in the treatment of sports medicine. *Sports Exerc Injury* 1: 96-102, 1997.
33. Blasler R.B., Carpenter J.E., Huston L.J.: Shoulder proprioception. *Orthop Rev* 45-50, 1994.
34. Archetti N.: Estudo histoquímico quantitativo do colágeno no ligamento coracoacromial de cadáveres [Tese]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo-Escola Paulista de Medicina, 2001.
35. Cohen M., Abdalla R.J., Barreto F.A.Q.M., Bouchabki E.T., Oliveira E.C., Ejnisman B.: Estudo radiográfico experimental da vascularização de meniscos humanos. *Rev Bras Ortop* 28: 263-272, 1993.
36. Giraldo J.L., Ejnisman B., Vassilev I., Fink C., Warner J.P., Lephart S.M.: Relationship between proprioception and function after shoulder arthroplasty. *Pittsburgh Orthop* 8: 102-107, 1997.
37. Manso G.C.: Estudo das roturas do tendão do músculo supra-espinal correlacionadas ao sexo, lado, idade e morfologia do acrômio [Tese]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo-Escola Paulista de Medicina, 1996.
38. Santos M.S.: Conjunto de propriedades mecânicas das ligações coracoacromiais e coracoclaviculares [Tese]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo-Escola Paulista de Medicina, 1996.