
PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
FACULDADE DE MEDICINA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PEDIATRIA E SAÚDE DA CRIANÇA

**ANORMALIDADES NA COLUNA LOMBAR
EM ATLETAS ADOLESCENTES DO REMO**

MARVIN NESSI MAURER
marvin.maurer@terra.com.br

Dissertação de Mestrado apresentada à
Faculdade de Medicina da PUCRS para
obtenção de título de Mestre em Medicina,
área de concentração em Pediatria.

Orientador: Prof. Dr. Matteo Baldisserotto

Porto Alegre, 2009

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)

M453r Maurer, Marvin Nessi

Ressonância magnética da coluna lombar em atletas adolescentes do remo / Marvin Nessi Maurer. Porto Alegre: PUCRS, 2009.

xii, 52f.: il. tab.

Orientação: Prof. Dr. Matteo Baldisserotto.

Co-orientação: Prof. Me. Ricardo Bernardi Soder.

Dissertação (Mestrado)Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Faculdade de Medicina. Programa de Pós-Graduação em Medicina. Mestrado em Pediatria e Saúde da Criança.

1. REGIÃO LOMBOSACRAL. 2. ESPECTROSCOPIA DE RESSONÂNCIA MAGNÉTICA. 3. TRAUMATISMOS EM ATLETAS. 4. ESPORTES. 5. DESEMPENHO ATLÉTICO. 6. ADOLESCENTE. 7. ESTUDOS TRANSVERSAIS. I. Baldisserotto, Matteo. II. Soder, Ricardo Bernardi. III. Título.

C.D.D. 617.35

C.D.U. 616.711-053.6:537.635(043.3)

N.L.M. W2 725

Rosária Maria Lúcia Prenna Geremia
Bibliotecária CRB 10/196

Dedicatória

*À minha esposa Cláudia, pelo incentivo e por tudo que significa
para mim.*

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Matteo Baldisserotto, por sua competência, dedicação e entusiasmo pela pesquisa científica demonstrados na orientação deste trabalho.

Ao Dr. Ricardo Bernardi Soder, pela disponibilidade e dedicação no auxílio em todas as etapas da realização deste trabalho.

Ao Dr. Thiago Krieger Bento da Silva, amigo e companheiro de trabalho, pela colaboração no desenvolvimento das atividades do Curso de Mestrado, permitindo, deste modo, sua concretização.

À Profa. Daniela Benzano, pela substancial ajuda na análise dos dados e análise estatística.

Aos instrutores de remo Marcello Varriale, do Grêmio Náutico União, e João Carlos Gonçalves, do Clube de Regatas Guaíba, pela disponibilidade e ajuda no recrutamento dos atletas.

À Sra. Carla Rothmann, secretária da pós-graduação, por estar sempre à disposição.

Aos meus sogros Telmo e Vera Vargas, pelo incentivo e apoio incondicional.

Aos meus pais Sérgio e Marina e aos meus irmãos e irmãs, que sempre estimularam minhas iniciativas.

À CAPES, pela bolsa de incentivo à pesquisa.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS.....	ix
LISTA DE ABREVIATURAS	x
RESUMO	xi
ABSTRACT	xii

CAPÍTULO I

1 REFERENCIAL TEÓRICO	2
1.1 INTRODUÇÃO.....	2
1.2 LESÃO CRÔNICAS.....	4
1.2.1 Doença discal degenerativa	4
1.2.2 Espondilólise e reação de estresse.....	6
1.3 LESÕES AGUDAS	10
2 JUSTIFICATIVA	13
3 OBJETIVOS	16
3.1 OBJETIVO PRINCIPAL	16
3.2 OBJETIVO SECUNDÁRIO	16
4 REFERÊNCIAS	17

CAPÍTULO II

5 INDIVÍDUOS E MÉTODOS.....	22
5.1 POPULAÇÃO EM ESTUDO	22
5.2 EXAMES DE RESSONÂNCIA MAGNÉTICA.....	24
5.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA	25
5.4 ÉTICA	26

CAPÍTULO III

ARTIGO ORIGINAL	28
------------------------------	-----------

CAPÍTULO IV

CONCLUSÕES.....	41
------------------------	-----------

CAPÍTULO V

OUTROS RESULTADOS.....	43
-------------------------------	-----------

ANEXOS

ANEXO 1 - QUESTIONÁRIO UTILIZADO PARA ATLETAS PRATICANTES DE REMO.....	51
ANEXO 2 -TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	52

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO V

Figura 1 - Remador de 14 anos, assintomático	46
Figura 2 - Remador de 16 anos, assintomático	47
Figura 3 - Remador de 14 anos, assintomático	48
Figuras 4a e 4b - Remador de 17 anos, assintomático	49

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO V

Tabela 1 - Características dos participantes	43
Tabela 2 - Anormalidades na RM em cada indivíduo.....	44
Tabela 3 - Tabela comparativa das lesões encontradas em atletas e não atletas.....	45

LISTA DE ABREVIATURAS

IMC	índice de massa corporal
PEPI	<i>Programs for Epidemiologists</i>
RM	ressonância magnética
SPECT	<i>single photon emission computed tomography</i>
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
TC	tomografia computadorizada

RESUMO

OBJETIVO: o objetivo deste estudo foi avaliar por ressonância magnética [1] a coluna lombar de atletas adolescentes assintomáticos praticantes de remo.

MATERIAL E MÉTODOS: estudo transversal que avaliou 44 indivíduos adolescentes assintomáticos do sexo masculino distribuídos igualmente em dois grupos, 22 remadores e 22 controles. Foi obtido consentimento informado de todos os participantes e de seus responsáveis legais. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da instituição. Todos os exames foram realizados em um aparelho de RM de campo aberto de 0.35T e avaliados de maneira cegada por 2 radiologistas capacitados. Foi investigada presença de degeneração/desidratação discal, hérnia ou abaulamento discal, reação de estresse do pedículo e espondilólise. Foram utilizados o teste t de Student ou teste de Exato de Fisher para os cálculos estatísticos.

RESULTADOS: No grupo de atletas, 9 (40,9%) apresentaram pelo menos uma alteração na coluna lombo-sacra pela RM, enquanto que no grupo controle apenas 2 indivíduos (9,1%) demonstraram pelo menos uma anormalidade ($p=0.03$). A prevalência de reação de estresse no pedículo foi significativamente maior no grupo de atletas, ocorrendo em 5 indivíduos (22,7%), enquanto que no grupo controle esta anormalidade não foi detectada em nenhuma coluna ($p=0,048$). Com relação aos demais achados isolados nosso estudo não demonstrou uma diferença estatisticamente significativa entre os grupos.

CONCLUSÃO: A reação de estresse do pedículo é uma lesão prevalente na coluna lombar de atletas de alto nível técnico praticantes de remo. A RM mostrou capacidade de detectar lesões precoces na coluna lombar de remadores assintomáticos.

PALAVRAS CHAVE: Ressonância Magnética, remadores, assintomáticos.

ABSTRACT

PURPOSE: This study evaluated lumbar spine injuries of asymptomatic adolescent rowers using magnetic resonance imaging (MRI).

METHODS This cross-sectional study evaluated 44 asymptomatic adolescent boys distributed in two groups of 22 rowers and 22 control subjects. All participants and their legal guardians signed an informed consent term. The study was approved by the Ethics in Research Committee of the institution where it was conducted. All the exams were performed using a 0.35-Tesla open-field MRI unit and evaluated by 2 experienced radiologists blinded to study groups. Each MRI scan was analyzed for the presence of disk degeneration or dehydration, herniated or bulging disk, pedicle stress reaction and spondylolysis. The Student *t* test or the Fisher exact test were used for statistical analyses.

RESULTS: Nine rowers (40.9%) had at least one MRI abnormality in lumbar spine, whereas in the control group only 2 participants (9.1%) had at least one MRI abnormality ($p=0.03$). The prevalence of pedicle stress reaction was much greater in the group of rowers, and was found in 5 participants (22,7%), whereas the same abnormality was not found in any scan in the control group ($p=0.048$). The analysis of other isolated findings did not reveal any statistically significant difference between groups.

CONCLUSION: Pedicle stress reaction is a prevalent injury of the lumbar spine of high-performance rowers. MRI detected lumbar injuries at an early stage in asymptomatic rowers.

KEYWORDS: Magnetic Resonance, rowers, asymptomatic.

CAPÍTULO I

1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 INTRODUÇÃO

A atividade física regular traz benefícios comprovados à saúde e vem sendo amplamente incentivada. Diversas modalidades esportivas são cada vez mais praticadas pela população, tanto como forma de lazer quanto como atividade profissional. Um alto número de lesões tem sido evidenciado em atletas de alta competitividade quando comparados à população em geral. Algumas lesões podem constituir uma ameaça tanto a atletas profissionais quanto àquelas pessoas que praticam atividades físicas como forma de entretenimento em finais de semana.

Esportes envolvendo movimentos repetidos de hiperextensão, forças axiais e torcionais ou de contato direto apresentam maior risco para lesões na coluna lombar.^[2-5] Keene et al^[4] mostrou que em um grupo de 4790 atletas universitários praticantes de diversos esportes, 7% tinham lesões na coluna

Referencial Teórico

lombar sendo que o número de lesões era significativamente maior em jogadores de futebol americano e ginastas.

As lesões da coluna vertebral podem ser divididas em lesões crônicas ou agudas.^[6] As lesões agudas ocorrem de maneira súbita no momento da atividade física e são mais comuns em modalidades esportivas que envolvem contato direto. As lesões crônicas são secundárias a movimentos repetidos, geralmente ocorrendo após anos de uma atividade física repetitiva. No entanto, estas lesões também podem ser encontradas em adolescentes. A doença discal degenerativa e a espondilólise bem como suas potenciais complicações estão entre as lesões crônicas mais comuns em atletas.^[7-9]

Atletas profissionais e de alta competitividade seguem um programa de treinamento intenso e rígido e, portanto, estão sujeitos a lesões crônicas decorrentes de traumas repetidos. Estes atletas apresentam um alto nível técnico e acredita-se que isto seja um fator protetor para lesões agudas. Contrariamente, os esportistas de final de semana não estão habituados a treinamentos intensivos e geralmente não apresentam um condicionamento físico adequado. Além disso, estes indivíduos geralmente não seguem uma técnica adequada estando mais sujeitos às lesões agudas. Independente do nível técnico e do treinamento de cada atleta, medidas preventivas são importantes. Nesse sentido, o uso de regras apropriadas, técnica apurada, vestimenta e equipamentos de proteção adequados são importantes de acordo com cada tipo de modalidade esportiva, na tentativa de minimizar o número de lesões.

1.2 LESÃO CRÔNICAS

1.2.1 Doença discal degenerativa

A relação entre doença discal degenerativa e o esporte tem sido bastante debatida. Sabe-se que a degeneração discal ou discopatia degenerativa é uma doença de início precoce^[10] e de etiologia multifatorial. Diversos fatores constitucionais, ambientais, biomecânicos e ocupacionais têm sido associados a sua ocorrência tais como peso, altura, sexo, ocupação, atividade física.^[10, 11] Estudos recentes envolvendo famílias e gêmeos revelam que a degeneração discal pode ser explicada em grande parte por fatores genéticos.^[12] Diferentemente, outros trabalhos mostram que a participação em atividades esportivas pode ser um fator de risco para o desenvolvimento da discopatia numa idade mais precoce.^[13-15] Já está bem estabelecido em estudos que envolveram atletas de alta competitividade e de alto nível técnico que a discopatia degenerativa é mais comum em atletas do que na população em geral. Em um estudo com ginastas e nadadores, Goldstein et al^[16] demonstrou anormalidades na coluna em cerca de 36,3% dos ginastas estudados e que a prevalência de alterações na ressonância magnética era maior quanto maior o nível técnico do atleta; o maior número de horas de

Referencial Teórico

treinamento por semana estava associado com maior incidência de anormalidades na coluna lombar.

Os atletas provavelmente desenvolvem alterações degenerativas após movimentos repetitivos intensos e depois de um longo período de tempo; todavia, a hérnia discal pode ser decorrente de um único trauma. Assim como na população em geral, a hérnia discal é mais comum em atletas com idade mais avançada^[3] e raramente uma hérnia aguda ocorre em um disco sadio. Embora diversos fatores estejam associados à discopatia, ainda não é conhecido o impacto de diversas modalidades esportivas nessas alterações e o quanto elas podem acelerar o processo degenerativo. Isto é de grande importância, uma vez que a discopatia está entre as causas mais comuns de incapacidade funcional.^[10]

A doença discal degenerativa em atletas depende do tipo de atividade física e é maior em modalidades que envolvem forças axiais extremas, entre elas o levantamento de peso, futebol americano, ginástica artística, ciclismo, luta livre e golfe.^[17, 18] Sward L et al^[5] comparou ginastas de alto nível técnico entre 19 e 29 anos com um grupo controle randomicamente selecionado. Alterações degenerativas na coluna tóraco-lombar foram evidenciadas na ressonância magnética de 75% dos vinte e quatro atletas, enquanto apenas 31% dos dezesseis não-atletas apresentavam este tipo de alteração.

Os exames de imagem mais utilizados para avaliação da doença degenerativa discal são as radiografias simples, a tomografia computadorizada

Referencial Teórico

(TC) e a ressonância magnética (RM). A mielografia e a discografia são exames cada vez menos utilizados devido à maior disponibilidade da RM. A radiografia simples não é sensível para as alterações iniciais da discopatia degenerativa. Com a progressão da degeneração, ocorre redução da amplitude do espaço discal, osteofitose somática marginal e esclerose dos platôs vertebrais. Ainda pode ocorrer o acúmulo de gás no disco intervertebral (fenômeno do vácuo) e calcificações discais. No entanto, em diversos casos o raio-x simples é negativo, pois a degeneração está limitada ao disco intervertebral sem envolvimento ósseo. É bem conhecida a capacidade da RM para avaliar o disco intervertebral^[19-25] sendo capaz de detectar alterações sutis de sinal no núcleo pulposo bem como rupturas do anel fibroso.^[26-29] Na discopatia, a alteração inicial apresenta-se como hipointensidade de sinal nas ponderações *spin echo* T2 devido à desidratação do disco (fig.1). Além disso, a ressonância pode mostrar alterações de sinal nos platôs vertebrais sendo classificadas por Modic^[10] como tipos 1, 2 e 3. A RM pode ainda detectar alterações associadas como abaulamento discal e hérnias discais protrusas ou extrusas.

1.2.2 Espondilólise e reação de estresse

Espondilólise é um defeito ou fratura de um elemento ósseo do arco neural posterior ocorrendo mais freqüentemente na região ístmica, mais

Referencial Teórico

conhecida como *pars interarticularis*. Esta região é mais freqüentemente acometida nas vértebras de L5 (85% a 95% dos casos) e de L4 (5 a 15% dos casos).^[30]

Embora sua exata etiologia seja desconhecida, sabe-se que muitas vezes ela decorre de uma fratura de estresse por trauma repetitivo^[31-34] e que se desenvolve em estágios.^[35-39] A anormalidade inicia com uma reação de estresse na *pars interarticularis* sem ruptura da cortical, oculta às radiografias simples. Com o trauma repetido ocorre a fratura. Fraturas traumáticas agudas são consideradas muito raras. Morita^[40] classificou a ruptura da *pars* em três estágios: (1) precoce, onde se identifica apenas um fino traço de fratura sem deslocamento; (2) progressiva, em que há um espaço (deslocamento) entre os fragmentos; (3) terminal, que se caracteriza por pseudoartrose.

A prevalência de espondilólise na população em geral é estimada em 3 a 6%,^[41, 42] enquanto em atletas é bastante variável, sendo mais comum em esportes envolvendo movimentos repetidos de hiperextensão, rotação e forças axiais.^[32] No trabalho de Soler e Calderon^[9] realizado na Espanha com 3152 atletas, apenas 8% apresentavam espondilólise, prevalência não muito maior que a do resto da população. No entanto, quando cada modalidade esportiva foi analisada separadamente foram encontrados valores mais altos em esportes de arremesso (26,6%), ginástica artística (16,9%) e remo (16,8%).

Estudos mostram que a espondilólise é unilateral em 15 a 30% dos casos.^[35, 43, 44] Sayrio e colaboradores^[45] mostraram que a presença de

Referencial Teórico

espondilólise unilateral coloca o lado contra-lateral em risco para uma fratura de estresse, especialmente em atletas mais ativos. Além disso, as reações de estresse começam a aparecer em graus mais avançados de espondilólise. O estudo de Sayrio e colaboradores^[45] avaliou 13 atletas adolescentes mostrando que todos os pacientes com espondilólise progressiva e terminal apresentavam sinais de reação de estresse no lado contra-lateral, enquanto que nenhum dos seis indivíduos com espondilólise precoce apresentava este tipo de alteração.

A espondilolistese refere-se a um deslizamento anterior da vértebra sendo classificada na radiografia em perfil em 5 graus segundo Myerding.^[46] Este deslizamento ocorre em cerca de 47% dos casos de espondilólise, a sua maioria grau I.^[47] Espondilólise e espondilolistese estão fortemente associadas com dor lombar em atletas jovens,^[9, 30, 40] embora também ocorra casos de espondilólise e espondilolistese assintomática. Segundo Morita,^[40] 32% dos indivíduos com dor lombar baixa e idade inferior a 19 anos têm espondilólise. Sintomas de dor lombar baixa acentuada à hiperextensão, geralmente sem radiculopatia, estão associadas à espondilolistese.

O diagnóstico precoce da espondilólise é importante. Inicialmente devem ser realizadas radiografias simples com incidências oblíquas e incidência em perfil focada na junção L5-S1 para demonstrar o defeito na *pars interarticularis*. A aparência do sinal do 'colar no pescoço do cachorro escocês' é clássica.^[47] Radiografias dinâmicas em hiperflexão e hiperextensão são úteis para verificar instabilidade vertebral. Em casos negativos, é importante a utilização da cintilografia óssea para detecção de uma possível lesão de

Referencial Teórico

estresse. O advento da SPECT (*single photon emission computed tomography*) aumentou a sensibilidade diagnóstica da lesão de estresse,^[48, 49] porém a especificidade é baixa. Em cerca de 50% dos casos com radiografias simples normais, a SPECT mostra hipercaptação no istmo.^[50] A demonstração de uma lesão neste estágio pode significar prevenção do aparecimento da fratura. Lesões antigas ou assintomáticas podem ser negativas na SPECT devido à ausência de reação óssea ativa.

A tomografia computadorizada é a modalidade de escolha para mostrar os elementos ósseos do arco neural posterior. Imagens paralelas ao plano do disco podem não mostrar o defeito na *pars interarticularis*. A técnica utilizada deve incluir imagens perpendiculares ao plano da fratura ou devem ser realizados cortes finos com posterior reformação multiplanar. Além da espondilólise e espondilolistese, a TC pode mostrar alterações discais e reações de estresse caracterizadas por esclerose óssea. Adicionalmente, é considerado o melhor método para avaliação do potencial de cura da espondilólise através da identificação de um calo ósseo ao redor da fratura.^[48] Alternativamente, uma fratura ampla e de bordas arredondadas e escleróticas não tem potencial de cura com tratamento conservador.

A ressonância magnética também pode identificar reações de estresse na *pars interarticularis* com vantagem sobre a SPECT de não utilizar radiação ionizante. Nas sequências ponderadas em T2 e STIR é possível verificar uma área de hipersinal no pedículo e *pars interarticularis* caracterizando edema medular ósseo compatível com a reação de estresse. Quando se estabelece a

fratura, a espondilólise é evidenciada observando-se a descontinuidade da cortical e medular óssea através da *pars*, melhor visibilizado nas sequências ponderadas em T1.^[51] Além disso, já foi comentada a capacidade da RM em identificar degeneração discal, abaulamento ou herniação discal e a consequente possibilidade de compressão nervosa.

O tratamento deve incluir alívio da dor e prevenção da progressão e instabilidade. Procedimento cirúrgico tem sido indicado em espondilolisteses de alto grau, espondilolisteses progressivas ou em pacientes com lesões ou sintomatologia refratária ao tratamento conservador. O estudo de Morita^[40] realizado no Japão avaliou o tratamento conservador da espondilólise. Após 3 a 6 meses, foram realizadas radiografias e/ou TC. Fusão óssea foi observada em 73% dos pacientes com espondilólise precoce, em 38,5% dos casos de espondilólise progressiva e em nenhum dos pacientes com espondilólise terminal.

1.3 LESÕES AGUDAS

As lesões lombares agudas mais frequentemente encontradas em atletas são os estiramentos musculares ou ligamentares. Em seu estudo, Keene et al^[4] mostrou que o estiramento muscular é a lesão mais comum encontrada em atletas universitários com dor lombar baixa. Os estiramentos ligamentares ocorrem mais frequentemente nos ligamentos interespinhosos.^[52]

Referencial Teórico

Estas lesões geralmente não requerem exames de imagem e as radiografias simples são negativas. A dor lombar é mais intensa nas primeiras 24 à 48hs e desaparece alguns dias ou semanas após o tratamento conservador. A RM é o exame de escolha para detectar estes estiramentos. A TC, embora não seja sensível para mostrar a lesão ligamentar, pode evidenciar algum hematoma associado.

As fraturas ou herniações traumáticas agudas também são comuns e algumas vezes podem envolver a medula ou as raízes nervosas. Estas lesões são descritas em esportes em que há contato corpo-a-corpo direto como futebol americano, rugby, hockey sobre o gelo, ginástica artística e em diversas modalidades de luta. As fraturas mais comuns são as fraturas do tipo compressão dos platôs vertebrais causadas por força axial súbita e são comuns em esquiadores e também em ginastas.^[53] Na radiografia simples identifica-se redução da altura do corpo vertebral e algumas vezes pode-se identificar algum fragmento ósseo destacado. A ressonância magnética é o exame de escolha se sintomas neurológicos estão presentes, uma vez que permite o diagnóstico de alguma lesão no cone medular ou o envolvimento de raízes nervosas. A RM é a técnica mais sensível na demonstração de fratura, pois evidencia claramente o edema ósseo (hiposinal em T1 e hipersinal em T2) do corpo vertebral. Técnicas com saturação de gordura devem sempre ser utilizadas, pois aumentam a sensibilidade de detecção da fratura mesmo quando não há redução da altura do corpo vertebral.^[54]

Referencial Teórico

A avulsão de um processo espinhoso pode ocorrer após trauma direto ou após um movimento súbito de flexão, rotação ou hiperextensão.^[55] Avulsão de um ou mais processos transversos pode ocorrer após uma contração muscular extrema ou após um trauma lateral direto.^[56] Essas lesões são facilmente diagnosticadas através de radiografias simples.

2 JUSTIFICATIVA

Atletas de alto nível técnico frequentemente têm lesões na coluna vertebral, em especial naquelas modalidades que envolvem movimentos repetidos de hiperextensão, forças axiais, torcionais ou de contato direto, tais como ginástica, remo, luta livre, entre outros.^[2-5] Este dado preocupa visto que as lesões na coluna lombar estão entre as causas mais comuns de incapacidade funcional na população em geral.^[10]

Grande parte das lesões acometendo a coluna vertebral de atletas não produz sintomas relevantes, nem afastam os atletas de suas atividades físicas, sendo geralmente detectadas de forma incidental.^[30] Isto tem incentivado novas pesquisas por imagem em atletas assintomáticos de várias modalidades esportivas, visando à detecção e o tratamento precoce de lesões potencialmente deletérias e incapacitantes. Nesse sentido, o melhor entendimento e compreensão de lesões assintomáticas na coluna vertebral de atletas, encontradas incidentalmente em exames de RM, pode modificar sua

Justificativa

história natural, através de uma abordagem mais agressiva e diferenciada para atletas de alto nível.

Um dos esportes de maior repercussão sobre a coluna vertebral é o remo.^[57] Modalidades como o remo e a ginástica artística se caracterizam por manobras de flexão e extensão da coluna vertebral associado a intensas forças axiais e rotacionais sobre a coluna lombar. Hosea e Boland^[58] estimaram forças compressivas máximas em torno de até 6100 Newtons na coluna lombar de remadores. Durante o ciclo da remada o atleta permanece a maior parte do tempo com postura em flexão. A combinação de forças compressivas associada à flexão foi identificada como um mecanismo de lesão das estruturas da coluna lombar.^[59] Além disso, a modalidade se caracteriza por movimentos repetitivos e geralmente sem impacto, o que torna o remador mais suscetível a lesões crônicas da coluna lombar, tais como espondilólise e doença discal degenerativa.^[7-9] Smoljanovic^[60] realizou um trabalho retrospectivo na China durante o Campeonato Mundial de Remo Junior em 2007. Foram relatadas 393 lesões em remadores das quais 290 (73,8%) foram consideradas lesões crônicas. Além disso, o local mais comum das lesões foi a região lombar baixa (32,3%). Estes resultados são semelhantes aos encontrados em estudo prospectivo recente que acompanhou 20 remadores durante 12 meses consecutivos, verificando 31,8% de lesões na coluna lombar.^[1] No entanto, este estudo prospectivo foi realizado através de entrevistas mensais não utilizando exames de imagem, como demonstrado em nosso estudo.

Justificativa

Estudos têm sido realizados em atletas assintomáticos de diferentes modalidades de esporte com intuito de identificar lesões osteo-articulares silenciosas através da RM.^[61, 62] A identificação de lesões em atletas assintomáticos pode ser útil no sentido de orientar o treinamento destes atletas ou de até instituir um tratamento quando necessário. Outro aspecto interessante dos estudos é determinar se alterações osteo-articulares presentes na RM de indivíduos sintomáticos e imputadas como causadores dos sintomas podem estar presentes em indivíduos assintomáticos. Até onde sabemos, não existem estudos publicados que tenham avaliado a coluna lombar de atletas remadores assintomáticos, adultos ou adolescentes, através de ressonância magnética.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO PRINCIPAL

Comparar as anormalidades na coluna lombar entre adolescentes assintomáticos remadores e adolescentes assintomáticos não praticantes de atividade física regular.

3.2 OBJETIVO SECUNDÁRIO

Estabelecer quais as lesões mais comumente encontradas nos dois grupos.

4 REFERÊNCIAS

1. Wilson, F., et al., *A 12 month prospective cohort study of injury in international rowers*. Br J Sports Med, 2008.
 2. Baranto, A., et al., *Back pain and MRI changes in the thoraco-lumbar spine of top athletes in four different sports: a 15-year follow-up study*. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2009. **17**(9): p. 1125-34.
 3. Dunn, I.F., M.R. Proctor, and A.L. Day, *Lumbar spine injuries in athletes*. Neurosurg Focus, 2006. **21**(4): p. E4.
 4. Keene, J.S., et al., *Back injuries in college athletes*. J Spinal Disord, 1989. **2**(3): p. 190-5.
 5. Sward, L., et al., *Disc degeneration and associated abnormalities of the spine in elite gymnasts. A magnetic resonance imaging study*. Spine, 1991. **16**(4): p. 437-43.
 6. Barile, A., et al., *Spinal injury in sport*. Eur J Radiol, 2007. **62**(1): p. 68-78.
 7. Karlson, K.A., *Rowing Injuries. Identifying and Treating Musculoskeletal and Nonmusculoskeletal Conditions*. The Physician and Sportsmedicine, 2000. **28**(4): p. 40-42;45-48;50.
 8. Rumball, J.S., et al., *Rowing injuries*. Sports Med, 2005. **35**(6): p. 537-55.
 9. Soler, T. and C. Calderon, *The prevalence of spondylolysis in the Spanish elite athlete*. Am J Sports Med, 2000. **28**(1): p. 57-62.
 10. Modic, M.T., et al., *Imaging of degenerative disk disease*. Radiology, 1988. **168**(1): p. 177-86.
 11. Battie, M.C., T. Videman, and E. Parent, *Lumbar disc degeneration: epidemiology and genetic influences*. Spine, 2004. **29**(23): p. 2679-90.
 12. Ala-Kokko, L., *Genetic risk factors for lumbar disc disease*. Ann Med, 2002. **34**(1): p. 42-7.
 13. Sward, L., et al., *Back pain and radiologic changes in the thoraco-lumbar spine of athletes*. Spine, 1990. **15**(2): p. 124-9.
 14. Ong, A., J. Anderson, and J. Roche, *A pilot study of the prevalence of lumbar disc degeneration in elite athletes with lower back pain at the Sydney 2000 Olympic Games*. Br J Sports Med, 2003. **37**(3): p. 263-6.
 15. Bennett, D.L., L. Nassar, and M.C. DeLano, *Lumbar spine MRI in the elite-level female gymnast with low back pain*. Skeletal Radiol, 2006. **35**(7): p. 503-9.
-

Referências

16. Goldstein, J.D., et al., *Spine injuries in gymnasts and swimmers. An epidemiologic investigation*. Am J Sports Med, 1991. **19**(5): p. 463-8.
 17. Trainor, T.J. and S.W. Wiesel, *Epidemiology of back pain in the athlete*. Clin Sports Med, 2002. **21**(1): p. 93-103.
 18. Bono, C.M., *Low-back pain in athletes*. J Bone Joint Surg Am, 2004. **86-A**(2): p. 382-96.
 19. Aguila, L.A., et al., *The intranuclear cleft of the intervertebral disk: magnetic resonance imaging*. Radiology, 1985. **155**(1): p. 155-8.
 20. Edelman, R.R., et al., *High-resolution surface-coil imaging of lumbar disk disease*. AJR Am J Roentgenol, 1985. **144**(6): p. 1123-9.
 21. Maravilla, K.R., et al., *Magnetic resonance imaging of the lumbar spine with CT correlation*. AJNR Am J Neuroradiol, 1985. **6**(2): p. 237-45.
 22. Modic, M.T., et al., *Magnetic resonance imaging of intervertebral disk disease. Clinical and pulse sequence considerations*. Radiology, 1984. **152**(1): p. 103-11.
 23. Pech, P. and V.M. Haughton, *Lumbar intervertebral disk: correlative MR and anatomic study*. Radiology, 1985. **156**(3): p. 699-701.
 24. Bartynski, W.S. and K.A. Petropoulou, *The MR imaging features and clinical correlates in low back pain-related syndromes*. Magn Reson Imaging Clin N Am, 2007. **15**(2): p. 137-54, v.
 25. Fukuda, K. and G. Kawakami, *Proper use of MR imaging for evaluation of low back pain (radiologist' view)*. Semin Musculoskelet Radiol, 2001. **5**(2): p. 133-6.
 26. Yu, S.W., et al., *Progressive and regressive changes in the nucleus pulposus. Part II. The adult*. Radiology, 1988. **169**(1): p. 93-7.
 27. Yu, S.W., et al., *Anulus fibrosus in bulging intervertebral disks*. Radiology, 1988. **169**(3): p. 761-3.
 28. Yu, S.W., et al., *Comparison of MR and diskography in detecting radial tears of the anulus: a postmortem study*. AJNR Am J Neuroradiol, 1989. **10**(5): p. 1077-81.
 29. Yu, S.W., et al., *Tears of the anulus fibrosus: correlation between MR and pathologic findings in cadavers*. AJNR Am J Neuroradiol, 1988. **9**(2): p. 367-70.
 30. Standaert, C.J., et al., *Spondylolysis*. Phys Med Rehabil Clin N Am, 2000. **11**(4): p. 785-803.
 31. Ciullo, J.V. and D.W. Jackson, *Pars interarticularis stress reaction, spondylolysis, and spondylolisthesis in gymnasts*. Clin Sports Med, 1985. **4**(1): p. 95-110.
 32. Cyron, B.M. and W.C. Hutton, *The fatigue strength of the lumbar neural arch in spondylolysis*. J Bone Joint Surg Br, 1978. **60-B**(2): p. 234-8.
 33. Dietrich, M. and P. Kurowski, *The importance of mechanical factors in the etiology of spondylolysis. A model analysis of loads and stresses in human lumbar spine*. Spine (Phila Pa 1976), 1985. **10**(6): p. 532-42.
 34. Letts, M., et al., *Fracture of the pars interarticularis in adolescent athletes: a clinical-biomechanical analysis*. J Pediatr Orthop, 1986. **6**(1): p. 40-6.
-

Referências

35. Beutler, W.J., et al., *The natural history of spondylolysis and spondylolisthesis: 45-year follow-up evaluation*. Spine, 2003. **28**(10): p. 1027-35; discussion 1035.
 36. Coady, C.M. and L.J. Micheli, *Stress fractures in the pediatric athlete*. Clin Sports Med, 1997. **16**(2): p. 225-38.
 37. Kujala, U.M., et al., *Prolonged low-back pain in young athletes: a prospective case series study of findings and prognosis*. Eur Spine J, 1999. **8**(6): p. 480-4.
 38. Papanicolaou, N., et al., *Bone scintigraphy and radiography in young athletes with low back pain*. AJR Am J Roentgenol, 1985. **145**(5): p. 1039-44.
 39. Pennell, R.G., A.H. Maurer, and A. Bonakdarpour, *Stress injuries of the pars interarticularis: radiologic classification and indications for scintigraphy*. AJR Am J Roentgenol, 1985. **145**(4): p. 763-6.
 40. Morita, T., et al., *Lumbar spondylolysis in children and adolescents*. J Bone Joint Surg Br, 1995. **77**(4): p. 620-5.
 41. Fredrickson, B.E., et al., *The natural history of spondylolysis and spondylolisthesis*. J Bone Joint Surg Am, 1984. **66**(5): p. 699-707.
 42. Amato, M., W.G. Totty, and L.A. Gilula, *Spondylolysis of the lumbar spine: demonstration of defects and laminal fragmentation*. Radiology, 1984. **153**(3): p. 627-9.
 43. Porter, R.W. and W. Park, *Unilateral spondylolysis*. J Bone Joint Surg Br, 1982. **64**(3): p. 344-8.
 44. Blanda, J., et al., *Defects of pars interarticularis in athletes: a protocol for nonoperative treatment*. J Spinal Disord, 1993. **6**(5): p. 406-11.
 45. Sairyo, K., et al., *Athletes with unilateral spondylolysis are at risk of stress fracture at the contralateral pedicle and pars interarticularis: a clinical and biomechanical study*. Am J Sports Med, 2005. **33**(4): p. 583-90.
 46. Myerding, H., *Spondylolisthesis*. Surg Gynecol Obstet, 1932. **54**: p. 371-377.
 47. Rossi, F. and S. Dragoni, [*Lumbar spondylolysis and sports. The radiological findings and statistical considerations*]. Radiol Med (Torino), 1994. **87**(4): p. 397-400.
 48. Harvey, C.J., et al., *The radiological investigation of lumbar spondylolysis*. Clin Radiol, 1998. **53**(10): p. 723-8.
 49. Bellah, R.D., et al., *Low-back pain in adolescent athletes: detection of stress injury to the pars interarticularis with SPECT*. Radiology, 1991. **180**(2): p. 509-12.
 50. Lusins, J.O., et al., *SPECT evaluation of lumbar spondylolysis and spondylolisthesis*. Spine, 1994. **19**(5): p. 608-12.
 51. Grenier, N., et al., *Isthmic spondylolysis of the lumbar spine: MR imaging at 1.5 T*. Radiology, 1989. **170**(2): p. 489-93.
 52. Keene, J.S. and D.S. Drummond, *Mechanical back pain in the athlete*. Compr Ther, 1985. **11**(1): p. 7-14.
 53. Tall, R.L. and W. DeVault, *Spinal injury in sport: epidemiologic considerations*. Clin Sports Med, 1993. **12**(3): p. 441-8.
-

Referências

54. Mayerhoefer, M.E., et al., *STIR vs. T1-weighted fat-suppressed gadolinium-enhanced MRI of bone marrow edema of the knee: computer-assisted quantitative comparison and influence of injected contrast media volume and acquisition parameters*. J Magn Reson Imaging, 2005. **22**(6): p. 788-93.
 55. Boden, B.P. and C. Prior, *Catastrophic spine injuries in sports*. Curr Sports Med Rep, 2005. **4**(1): p. 45-9.
 56. Tewes, D.P., et al., *Lumbar transverse process fractures in professional football players*. Am J Sports Med, 1995. **23**(4): p. 507-9.
 57. McNally, E., D. Wilson, and S. Seiler, *Rowing injuries*. Semin Musculoskelet Radiol, 2005. **9**(4): p. 379-96.
 58. Hosea, T.M. and A.L. Boland, *Rowing Injuries*. Postgrad Adv Sports Med, 1989. **III**: p. 1 - 17.
 59. Adams, M.A. and P. Dolan, *Recent advances in lumbar spinal mechanics and their clinical significance*. Clin Biomech (Bristol, Avon), 1995. **10**(1): p. 3-19.
 60. Smoljanovic, T., et al., *Traumatic and overuse injuries among international elite junior rowers*. Am J Sports Med, 2009. **37**(6): p. 1193-9.
 61. Fredericson, M., et al., *Magnetic resonance imaging abnormalities in the shoulder and wrist joints of asymptomatic elite athletes*. Pm R, 2009. **1**(2): p. 107-16.
 62. Stahl, R., et al., *Prevalence of pathologic findings in asymptomatic knees of marathon runners before and after a competition in comparison with physically active subjects-a 3.0 T magnetic resonance imaging study*. Skeletal Radiol, 2008. **37**(7): p. 627-38.
-

CAPÍTULO II

5 INDIVÍDUOS E MÉTODOS

5.1 POPULAÇÃO EM ESTUDO

Estudo transversal conduzido no período de junho a agosto de 2009 envolvendo dois grupos de indivíduos do sexo masculino entre 12 e 18 anos. Um dos grupos foi composto por 22 atletas remadores assintomáticos recrutados de dois clubes de remo de nossa cidade – Grêmio Náutico União (GNU) (n = 10) e Clube de Regatas Guaíba Porto Alegre (GPA) (n = 12). O grupo controle foi formado por indivíduos assintomáticos pareados com o grupo de remadores pela idade, peso e altura, que não praticavam nenhuma atividade física regular. Os remadores faziam parte da equipe de remo de seu clube há pelo menos 12 meses, seguindo ritmo intenso de treinamento, com uma frequência de 5 a 10 vezes por semana, cada sessão com duração de 2 horas. Todos estes atletas praticavam remo sozinhos ou em barcos de até 8 remadores utilizando equipamento igual ao utilizado em competições. Oitenta por cento do tempo do treino era realizado com dois remos para cada remador (*sculling*). No restante do tempo o remador utiliza somente um remo, sempre do

Indivíduos e Métodos

mesmo lado, adicionando um movimento de torção da coluna vertebral. O treinamento inclui também sessões de musculação com uma frequência de 2 vezes por semana e duração de cerca de 45 minutos. O grupo controle foi composto por indivíduos que foram ao setor de Radiologia do Hospital São Lucas da PUCRS para fazer algum exame de imagem não relacionado à coluna lombar, onde foram questionados sobre a possibilidade de inclusão no estudo, desde que não praticassem alguma atividade física regular ou não apresentassem algum dos critérios de exclusão. Os participantes do grupo controle praticavam esporte eventual na escola, com frequência não superior a 1 vez por semana.

Os critérios de exclusão para os dois grupos foram: (1) dor lombar por mais de uma semana ou dor lombar que tenha motivado a necessidade de consulta médica ou suspensão ou diminuição do treinamento; (2) história de cirurgia ou qualquer lesão traumática na coluna lombar que tenha levado à suspensão ou diminuição do treinamento; (3) história de doença crônica (diabetes, hipertensão arterial sistêmica, doenças reumáticas, doenças renais, doenças cardíacas, doenças pulmonares, doenças neurológicas, hepatopatias crônicas; (4) história de claustrofobia; (5) índice de massa corporal (IMC) maior que 25 kg/m².

5.2 EXAMES DE RESSONÂNCIA MAGNÉTICA

Os exames de Ressonância Magnética foram realizados com um aparelho de campo aberto de 0.35 Tesla (Magnetom C; Siemens, Erlangen, Germany) localizado em uma privada na cidade de Porto Alegre – ‘Clínica Radiológica’. Todos os exames foram patrocinados pela clínica referida sendo realizados sob a forma de cortesia. O equipamento de campo aberto proporciona um maior conforto ao paciente reduzindo a claustrofobia e evitando movimentos indesejáveis durante o exame, os quais prejudicam a interpretação das imagens. Em todos os indivíduos foram realizadas sequências sagital *fast spin-echo* ponderada T1 (TR/TE, 506/20), sagital *fast spin-echo* ponderada em T2 (TR/TE, 2920/124), sagital STIR (TR/TE, 4750/20; *inversion time* = 140 msec) e axial *fast spin-echo* ponderada em T2 (TR/TE, 5140/95). Os parâmetros de imagem utilizados foram os seguintes: matriz de 256 x 128; espessura de corte de 3,5mm com um intervalo de 1,1mm; *field-of-view* de 24cm.

A Ressonância Magnética é um excelente método para o estudo da coluna vertebral, sendo amplamente utilizada na avaliação da lombalgia ou de qualquer sintoma que determine limitação ou incapacidade funcional. É um exame seguro e sem riscos, uma vez que não há necessidade de uso de contraste endovenoso e não há exposição à radiação ionizante.

Dois radiologistas com pelo menos 5 anos de experiência em RM músculo-esquelética, membros titulares do Colégio Brasileiro de Radiologia, fizeram uma análise independente e cegada das imagens. Opiniões discordantes foram resolvidas através de consenso. Os exames foram interpretados em análise cega quanto aos indivíduos que praticavam ou não remo. Cada exame de RM foi analisado quanto à presença de degeneração/desidratação discal, hérnias ou abaulamentos discais, reação de estresse do pedículo e espondilólise.

5.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O Cálculo do tamanho da amostra foi realizado no programa PEPI (*Programs for Epidemiologists*) versão 4.0. Para um nível de significância de 5%, um poder de 80% e uma diferença de lesão entre os grupos de 40%, eram necessários um mínimo de 44 indivíduos, sendo 22 em cada grupo. Foram digitados os dados no programa Excel e posteriormente exportados para SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) v.15.0 para análise estatística. As variáveis quantitativas com distribuição simétrica foram descritas em média e desvio padrão. Variáveis com distribuição assimétrica foram descritas através de mediana e intervalo interquartil. Foi utilizado o teste t de Student para amostras independentes ou teste de Mann Whitney segundo distribuição das

variáveis. Foram descritas as variáveis categóricas pela frequência absoluta e frequência relativa, sendo comparadas pelo teste Exato de Fisher.

5.4 ÉTICA

Foi obtido consentimento informado de todos os participantes e de seus responsáveis legais. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa desta Instituição.

CAPÍTULO III

ARTIGO ORIGINAL**Enviado para Revista Radiology**

SPINAL ABNORMALITIES ON MRI OF ASYMPTOMATIC ADOLESCENT ROWERS

ABSTRACT

PURPOSE: This study evaluated lumbar spine injuries of asymptomatic adolescent rowers using magnetic resonance imaging (MRI).

MATERIALS AND METHODS This cross-sectional study evaluated 44 asymptomatic adolescent boys distributed in two groups of 22 rowers and 22 control subjects. All participants and their legal guardians signed an informed consent term. The study was approved by the Ethics in Research Committee of the institution where it was conducted. All the exams were performed using a 0.35-Tesla open-field MRI unit and evaluated by 2 experienced radiologists blinded to study groups. Each MRI scan was analyzed for the presence of disk degeneration or dehydration, herniated or bulging disk, pedicle stress reaction and spondylolysis. The Student *t* test or the Fisher exact test were used for statistical analyses.

RESULTS: Nine rowers (40.9%) had at least one MR abnormality in lumbar spine, whereas in the control group only 2 participants (9.1%) had at least one MRI abnormality ($p=0.03$). The prevalence of pedicle stress reaction was much greater in the group of rowers, and was found in 5 participants (22.7%), whereas the same abnormality was not found in any scan in the control group ($p=0.048$). The analysis of other isolated findings did not reveal any statistically significant difference between groups.

CONCLUSION: Pedicle stress reaction is a prevalent injury of the lumbar spine of high-performance rowers. MRI detected lumbar injuries at an early stage in asymptomatic rowers.

INTRODUCTION

High-performance athletes often sustain spinal injuries, particularly in sports that require repetitive movements of hyperextension, axial compressive or torsional forces, or direct contact, such as gymnastics, rowing, and wrestling⁽¹⁻⁴⁾. Lumbar spine injuries are among the most common causes of functional disability in the general population⁽⁵⁾. Magnetic resonance imaging (MRI) is an excellent modality to study the spine, and is widely used in the evaluation of low-back pain and any other symptoms that may lead to functional impairment or disability^(6, 7). However, few studies have used MRI to evaluate spinal injuries of asymptomatic athletes.

Most lesions to the spine of athletes, often detected incidentally, do not cause important symptoms or make them discontinue their physical activities⁽⁸⁾. Because of that, new imaging studies have been conducted with asymptomatic athletes in several sports for the early detection and treatment of potentially deleterious and disabling injuries. A better understanding of asymptomatic spinal injuries in athletes, incidentally detected using MRI, may change their natural history if a more aggressive and specific approach is used for high-performance athletes.

Rowing is responsible for a great number of spinal injuries⁽⁹⁾. Widely popular in several countries, this sport is characterized by spinal flexion, extension and rotation, particularly in the lumbar segment, which transmits the axial and rotational forces to the osteoarticular structures and ligaments. The mechanism of lumbar spine injury seems to be the association of flexion and compressive forces, which may reach values of up to 6100 N^(10, 11). Repetitive non-impact movements expose the rower to chronic injuries of the lumbar spine, such as spondylolysis and degenerative disk disease⁽¹²⁻¹⁴⁾.

The purpose of this study was to compare the MRI lumbar spine findings in a group of asymptomatic adolescent rowers and in a control group of adolescents matched according to age and sex who do not practice any regular physical activity.

METHODS

All participants and their legal guardians signed an informed consent term. The study was approved by the Ethics in Research Committee of the institution where it was conducted.

Participants

This cross-sectional study was conducted from June to August 2009 with two groups of adolescent boys aged 12 to 18 years. One of the groups comprised 22 asymptomatic rowers recruited in two local rowing associations. The rowers had been members of the rowing team in their associations for at least 12 months, and followed constant physical training at a frequency of at least 5 times a week for about 2 hours each time, regardless of season or weather conditions. All 22 boys practiced rowing alone or in a team of up to 8 rowers, and their gear was identical to that used in competitions. About 80% of the time they used sculling boats when they use two sculls (oars). The rest of the time they rowed on one side of the sweep-oar boat, with the additional movement of twisting their spine. Their physical practice included rowing machines available for indoor training. It also included supervised muscle-building sessions two times a week for about 45 minutes each time. None of them participate in any other regular sport activity even before they started rowing. The control group comprised 22 asymptomatic adolescents paired with rowers according to age, weight and height and who did not practice any regular physical activity. No participant in the control group practiced any physical activity more than once a week. All control adolescents gave informed consent to participate in the study and underwent MRI of their lumbar spine.

Exclusion criteria for both groups were: (1) low back pain for longer than one week, or back pain that required medical consultation, training discontinuation or decrease in practice intensity; (2) history of surgery or any traumatic lumbar spine injury that required discontinuation or decreased frequency of practice; (3) history of chronic disease (diabetes, hypertension,

rheumatic disease; heart disease, kidney disease; respiratory disease, neurological disease, chronic hepatopathies); (4) history of claustrophobia; (5) body mass index (BMI) greater than 25 kg/m².

Magnetic Resonance Imaging

MRI was performed using a 0.35-Tesla open field unit (Magnetom C; Siemens, Erlangen, Germany). The following sequences were performed for all 44 participants: T1-weighted sagittal fast-spin-echo (TR/TE, 506/20), T2-weighted fast spin-echo (TR/TE, 2920/124), sagittal STIR (TR/TE, 4750/20; inversion time = 140 msec) and T2-weighted axial fast-spin echo (TR/TE, 5140/95). Imaging parameters were: matrix of 256 x 128; slice thickness of 3.5 mm with an interslice gap of 1.1 mm; and a field of view of 24 cm.

Two radiologists with over five years of experience in musculoskeletal MRI conducted an independent and blinded analysis of images, and discrepancies were resolved by consensus. Each MRI scan was analyzed for the presence of disk degeneration or dehydration, a herniated or bulging disk, pedicle stress reaction and spondylolysis. None of the individuals underwent any other imaging study of their lumbar spine other than MRI.

Stress reactions were diagnosed when there was high signal intensity in the region of the pars interarticularis on STIR or T2-weighted images. When there was interruption or fracture in the region of the pars interarticularis, it was called spondylolysis. Disk degeneration/dehydration was diagnosed when there was a decrease in disk signal intensity on T2-weighted images. Herniation was defined as a localized displacement of disk material beyond the limits of the intervertebral disk space. Disk tissue circumferentially beyond the edges of the ring apophysis was classified as a bulging disk⁽¹⁵⁾.

Statistical analysis

Sample size was calculated using the software Programs for Epidemiologists 4.0 (PEPI). A sample size of at least 44 individuals, 22 in each group, was calculated for a level of significance of 5%, 80% power, and a 40% difference in lesions between groups. Data were entered in an Excel

spreadsheet and later exported to the Statistical Package for the Social Sciences 15.0 (SPSS) for statistical analyses. Symmetrically distributed quantitative variables were described as means and standard deviations. Asymmetric variables were described as medians and interquartile ranges. Categorical variables were described as absolute and relative frequencies and compared using the Fisher exact test.

RESULTS

Subject characteristics

Table 1 describes age and anthropometric characteristics of each group. Median time from time when rowers started practicing this sport was 36 months. The rower practicing for the shortest time had been in the team for 12 months, and the one rowing for the longest period, 72 months.

None of the participants had significant pain or needed medical evaluation or complementary exams. No participant had to decrease the intensity or discontinue sports practice or activities of daily living.

Table 1 Patient characteristics			
<i>Variables</i>	<i>Rowers (n=22)</i>	<i>Control group (n=22)</i>	<i>P value</i>
Age, years	16.0±1.63	16.27±1.31	0.545
Weight, kg	71.11±9.08	71.18±8.35	0.979
Height, m	1.70 ±0.06	1.70±0.05	0.738
Variables described as mean ± standard deviation (Student <i>t</i> test).			

MRI Lumbar Spine Findings

Nine rowers (40.9%) had at least one MR abnormality in the lumbar spine, whereas in the control group only 2 participants (9.1%) had at least one MR abnormality ($p=0.03$). Three athletes in the group of rowers had more than one lesion, and one of them had three different lesions.

Table 2 compares the number of lesions found in each group. The Fisher exact test revealed a statistically significant difference in the frequency of pedicle stress reaction ($p=0.048$), which was significantly greater in the group of rowers (Figures 1 and 2). All five cases of stress reactions occurred at the level of L5: four of them were unilateral; two were in the left and two in the right side. When the 5 cases of stress reaction were added to the case of spondylolysis (Figure 3), because they may be the same injury at different stages, a more significant statistical difference was found ($p=0.21$). The other parameters between groups were not statistically significant ($p>0.05$). The rowers that had stress reaction had been rowing for longer than those without this injury, but this difference was not statistically significant.

Interobserver agreement was high and greater than 0.80 (kappa) for all findings.

Table 2 Lumbar Spine Abnormalities – MRI Findings			
<i>Abnormality</i>	<i>Rowers (n=22)</i>	<i>Control group (n=22)</i>	<i>P value</i>
Stress reaction	5 (22.7%)	0	0.048
Spondylolysis	1 (4.5%)	0	NS
Disk dehydration or degeneration	4 (18.2%)	2 (9.1%)	NS
Herniated disk	2 (9.1%)	0	NS
Bulging disk	1 (4.5%)	1 (4.5%)	NS
Significant difference at $p < 0.05$. NS = not significant.			

DISCUSSION

The main finding in this study was that asymptomatic adolescent rowers already had some type of bone abnormality detected using MRI of the lumbar spine. The most prevalent of these findings was the stress reaction of the pars interarticularis detected in 5 rowers (Figures 1 and 2), a condition that may progress to spondylolysis (Figure 3) ⁽¹⁶⁻¹⁹⁾. This lesion occurs in stages, and begins with a stress reaction in the pars interarticularis, which may progress to cortical rupture, termed spondylolysis^(8, 9, 20, 21). Similarly to a previous study conducted by Ranson et al., which used MRI to evaluate the lumbar spine of professional cricket players, our study showed that asymptomatic rowers also had disk degeneration (Figure 2) and pedicle stress reaction in the lumbar spine⁽²²⁾.

Differently from stress reaction, detected in five rowers, spondylolysis was found in only one rower (4.5%), which is in agreement with the prevalence in the general population, estimated at 3 to 6%^(23, 24). However, spondylolysis was not detected in any of the participants in the control group. As stress reaction may be a precursor of spondylolysis, then 6 rowers (27.3%) had one of these abnormalities, in contrast with the participants in the control group in which no injury of this type was found ($p=0.021$). Rowing appeals to many age groups, from teenagers to the elderly. It would be of interest to follow-up these patients to evaluate if those findings are transient reactions or if they can progress to spondylolysis. It is possible that maybe the finding of a stress reaction in a young rower could prevent the development of advanced lesions, such as spondylolysis. Our findings are partly in agreement with a previous study conducted by Soler et al., who evaluated 3152 elite athletes in several sports. They found that only 8% of the athletes had spondylolysis, a prevalence close to that found in the general population⁽¹³⁾. The same study also evaluated the number of injuries in each sport and found spondylolysis in 16.8% of the rowing athletes. However, their study, differently from ours, did not evaluate the

presence of stress reaction which probably resulted in an underestimation of the total number of injuries.

In our study, 40.9% of the rowers had at least one MRI abnormality in the lumbosacral spine, whereas in the control group that percentage was only 9.1% ($p=0.03$). This difference between groups may be explained by the high intensity of training and flexion, extension and rotation movements performed by rowers, differently from the control group, who practiced sports only sporadically. These results are similar to those reported in a recent prospective study that followed up 20 rowers for 12 consecutive months, and which found a 31.8% rate of lumbar spine injuries⁽²⁵⁾. However, that prospective study was conducted with monthly interviews and did not use imaging exams, as our study. The analysis of isolated findings, such as disk degeneration and spondylolysis, revealed that there was no statistically significant difference between groups, although the number of lesions occurred more often in the group of athletes, as demonstrated in some previous studies that evaluated other sports^(4, 13, 26, 27).

One of the limitations of this study was that the number of participants was relatively small. We were not able to enroll a larger number of rowers, maybe because of our strict selection criteria and the fact that rowing is not a very popular sport in our region. Our study was performed with a low-field open magnet MR scanner (0.35T). Despite this limitation, we were able to detect lesions such as bone marrow edema in five of the athletes. Further studies should be conducted using high-field MRI magnets to evaluate whether spine lesions in rowers are similar to those found in our study. Another possible limitation was that all rowers practiced supervised muscle strengthening and fitness management twice a week, which could be a confounding factor, although unlikely. Therefore, although rowing movements transmit great forces to the lumbar spine, stress reactions could also be associated with muscle building and jogging. To answer these questions, subsequent studies should be conducted to investigate whether amateur athletes, who do not follow an intense practice program, are also subject to stress reactions⁽¹¹⁾.

None of the athletes in this study had any symptoms associated with spinal problems up to three months after the end of the study. Athletes with abnormal findings have been under observation in their healthcare department. The abnormalities found using MRI were reported to the sports physician responsible for the athletes in their sports association. No athlete received additional treatment because of our study findings.

In conclusion, our study showed that asymptomatic high-performing rowing athletes had more lumbar spine injuries detected with MRI than the control subjects. Stress reaction was the most prevalent lumbar spine injury among these asymptomatic athletes, and was not found in the control group. Further longitudinal studies should be conducted with those athletes to better understand the natural history of the asymptomatic lesions detected using MRI.

REFERENCES

1. Keene JS, Albert MJ, Springer SL, Drummond DS, Clancy WG, Jr. Back injuries in college athletes. *J Spinal Disord* 1989; 2:190-195.
 2. Dunn IF, Proctor MR, Day AL. Lumbar spine injuries in athletes. *Neurosurg Focus* 2006; 21:E4.
 3. Baranto A, Hellstrom M, Cederlund CG, Nyman R, Sward L. Back pain and MRI changes in the thoraco-lumbar spine of top athletes in four different sports: a 15-year follow-up study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2009; 17:1125-1134.
 4. Sward L, Hellstrom M, Jacobsson B, Nyman R, Peterson L. Disc degeneration and associated abnormalities of the spine in elite gymnasts. A magnetic resonance imaging study. *Spine* 1991; 16:437-443.
 5. Modic MT, Masaryk TJ, Ross JS, Carter JR. Imaging of degenerative disk disease. *Radiology* 1988; 168:177-186.
 6. Bartynski WS, Petropoulou KA. The MR imaging features and clinical correlates in low back pain-related syndromes. *Magn Reson Imaging Clin N Am* 2007; 15:137-154, v.
 7. Fukuda K, Kawakami G. Proper use of MR imaging for evaluation of low back pain (radiologist' view). *Semin Musculoskelet Radiol* 2001; 5:133-136.
 8. Standaert CJ, Herring SA, Halpern B, King O. Spondylolysis. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 2000; 11:785-803.
-

9. McNally E, Wilson D, Seiler S. Rowing injuries. *Semin Musculoskelet Radiol* 2005; 9:379-396.
 10. Adams MA, Dolan P. Recent advances in lumbar spinal mechanics and their clinical significance. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 1995; 10:3-19.
 11. Hosea TM, Boland AL. Rowing Injuries. *Postgrad Adv Sports Med* 1989; III:1 - 17.
 12. Rumball JS, Lebrun CM, Di Ciacca SR, Orlando K. Rowing injuries. *Sports Med* 2005; 35:537-555.
 13. Soler T, Calderon C. The prevalence of spondylolysis in the Spanish elite athlete. *Am J Sports Med* 2000; 28:57-62.
 14. Karlson KA. Rowing Injuries. Identifying and Treating Musculoskeletal and Nonmusculoskeletal Conditions. *The Physician and Sportsmedicine* 2000; 28:40-42;45-48;50.
 15. Fardon DF, Milette PC. Nomenclature and classification of lumbar disc pathology. Recommendations of the Combined task Forces of the North American Spine Society, American Society of Spine Radiology, and American Society of Neuroradiology. *Spine (Phila Pa 1976)* 2001; 26:E93-E113.
 16. Ciullo JV, Jackson DW. Pars interarticularis stress reaction, spondylolysis, and spondylolisthesis in gymnasts. *Clin Sports Med* 1985; 4:95-110.
 17. Cyron BM, Hutton WC. The fatigue strength of the lumbar neural arch in spondylolysis. *J Bone Joint Surg Br* 1978; 60-B:234-238.
 18. Dietrich M, Kurowski P. The importance of mechanical factors in the etiology of spondylolysis. A model analysis of loads and stresses in human lumbar spine. *Spine (Phila Pa 1976)* 1985; 10:532-542.
 19. Letts M, Smallman T, Afanasiev R, Gouw G. Fracture of the pars interarticularis in adolescent athletes: a clinical-biomechanical analysis. *J Pediatr Orthop* 1986; 6:40-46.
 20. Beutler WJ, Fredrickson BE, Murtland A, Sweeney CA, Grant WD, Baker D. The natural history of spondylolysis and spondylolisthesis: 45-year follow-up evaluation. *Spine* 2003; 28:1027-1035; discussion 1035.
 21. Pennell RG, Maurer AH, Bonakdarpour A. Stress injuries of the pars interarticularis: radiologic classification and indications for scintigraphy. *AJR Am J Roentgenol* 1985; 145:763-766.
 22. Ranson CA, Kerlake RW, Burnett AF, Batt ME, Abdi S. Magnetic resonance imaging of the lumbar spine in asymptomatic professional fast bowlers in cricket. *J Bone Joint Surg Br* 2005; 87:1111-1116.
 23. Fredrickson BE, Baker D, McHolick WJ, Yuan HA, Lubicky JP. The natural history of spondylolysis and spondylolisthesis. *J Bone Joint Surg Am* 1984; 66:699-707.
 24. Amato M, Totty WG, Gilula LA. Spondylolysis of the lumbar spine: demonstration of defects and laminal fragmentation. *Radiology* 1984; 153:627-629.
 25. Wilson F, Gissane C, Simms C, Gormley J. A 12 month prospective cohort study of injury in international rowers. *Br J Sports Med* 2008.
-

26. Goldstein JD, Berger PE, Windler GE, Jackson DW. Spine injuries in gymnasts and swimmers. An epidemiologic investigation. *Am J Sports Med* 1991; 19:463-468.
 27. Videman T, Sarna S, Battie MC, et al. The long-term effects of physical loading and exercise lifestyles on back-related symptoms, disability, and spinal pathology among men. *Spine* 1995; 20:699-709.
-

CAPÍTULO IV

CONCLUSÕES

Nosso estudo evidenciou que atletas assintomáticos, remadores de alto nível técnico, apresentam mais lesões na coluna lombar que o grupo controle. A reação de estresse foi a anormalidade mais prevalente na coluna lombar destes atletas assintomáticos, estando ausente no grupo controle. Dessa forma a RM demonstrou capacidade de detectar lesões precoces na coluna lombar de remadores assintomáticos.

CAPÍTULO V
OUTROS RESULTADOS

Tabela 1 - Características dos participantes

Variáveis	Atletas (grupo A) (n=22)	Não atletas (grupo B) (n=22)	P
Idade, anos	16,0±1,63	16,27±1,31	0,545
Peso, Kg	71,11±9,08	71,18±8,35	0,979
Altura, m	1,70 ±0,06	1,70±0,05	0,738

Variáveis descritas em média ± desvio padrão. Teste t de Student.

Outros Resultados

Tabela 2 - Anormalidades na RM em cada indivíduo

	Idade (anos)	Eq remo (meses)	Reação de estresse	Espondilólise	DD leve Desidrat	Hérnia / Abaul. discal
Remador 1	12	12	0	0	0	0
Remador 2	14	24	0	0	0	0
Remador 3	14	24	Ped L5 E	0	0	0
Remador 4	14	18	0	0	0	0
Remador 5	14	30	0	0	0	0
Remador 6	15	12	Ped L5 B	0	0	0
Remador 7	15	24	0	0	0	0
Remador 8	16	18	0	0	0	0
Remador 9	16	24	0	0	0	0
Remador 10	16	36	Ped L5 D	0	0	0
Remador 11	16	17	0	0	0	0
Remador 12	16	36	Ped L5 E	0	0	0
Remador 13	17	24	0	0	0	0
Remador 14	17	36	0	0	L4-L5	0
Remador 15	17	12	0	0	0	0
Remador 16	17	24	0	0	L5-S1	L5-S1 prot C
Remador 17	17	30	0	0	0	0
Remador 18	17	30	Ped L5 D	0	0	0
Remador 19	18	12	0	0	0	0
Remador 20	18	42	0	B + listese	L4-L5, L5-S1	L4-L5 prot CLD
Remador 21	18	72	0	0	L5-S1	ADD L5-S1
Remador 22	18	12	0	0	0	0
Não atleta 1	14	-	0	0	0	0
Não atleta 2	14	-	0	0	0	0
Não atleta 3	14	-	0	0	0	0
Não atleta 4	15	-	0	0	0	0
Não atleta 5	15	-	0	0	0	0
Não atleta 6	15	-	0	0	0	0
Não atleta 7	16	-	0	0	0	0
Não atleta 8	16	-	0	0	0	0
Não atleta 9	16	-	0	0	0	0
Não atleta 10	16	-	0	0	0	0
Não atleta 11	16	-	0	0	0	0
Não atleta 12	17	-	0	0	0	0
Não atleta 13	17	-	0	0	0	0
Não atleta 14	17	-	0	0	0	0
Não atleta 15	17	-	0	0	0	0
Não atleta 16	17	-	0	0	0	0
Não atleta 17	17	-	0	0	L5-S1	0
Não atleta 18	17	-	0	0	0	0
Não atleta 19	18	-	0	0	0	0
Não atleta 20	18	-	0	0	0	0
Não atleta 21	18	-	0	0	L4-L5	ADD L4-L5
Não atleta 22	18	-	0	0	0	0

Abaul = abaulamento; Ped = pedículo; E = esquerda; D = direita; B = bilateral; C = central;
CLD = centro-lateral direita; ADD = abaulamento discal difuso

Tabela 3 - Tabela comparativa das lesões encontradas em atletas e não atletas

Variáveis	Atletas (grupo A) (n=22)	Não atletas (grupo B) (n=22)	P
Reação de Estresse	5 (22,7%)	0	0,048
Espondilólise	1 (4,5%)	0	1,000
Desidratação/degeneração discal	4 (18,2%)	2 (9,1%)	0,664
Hérnia discal	2 (9,1%)	0	0,488
Abaulamento discal	1 (4,5%)	1 (4,5%)	1,000

Variáveis descritas em n (%). Teste Exato de Fisher



Figura 1 - Remador de 14 anos, assintomático. Edema medular ósseo no pedículo e *pars interarticularis* de L5 (setas). Sagital STIR (TR/TE, 3800/93).

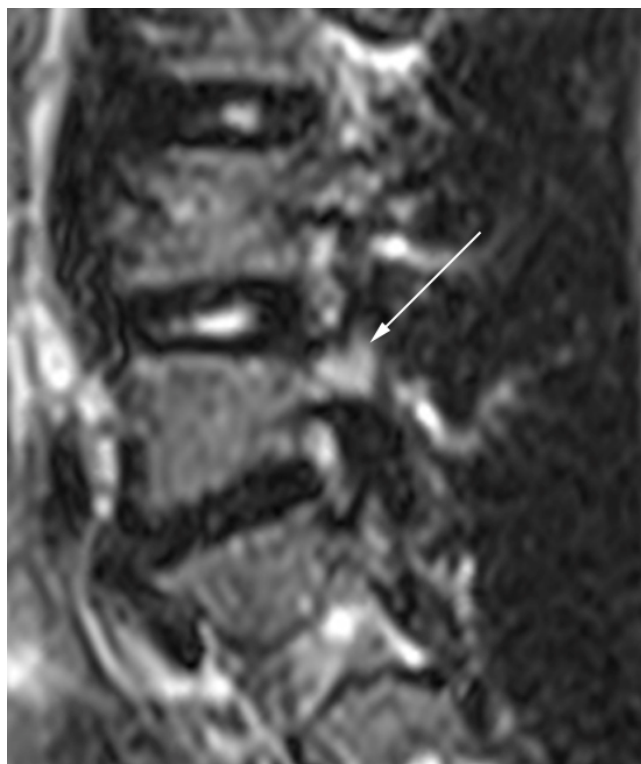


Figura 2 - Remador de 16 anos, assintomático. Edema medular ósseo no pedículo de L5 (seta). Sagital STIR (TR/TE, 3800/93).

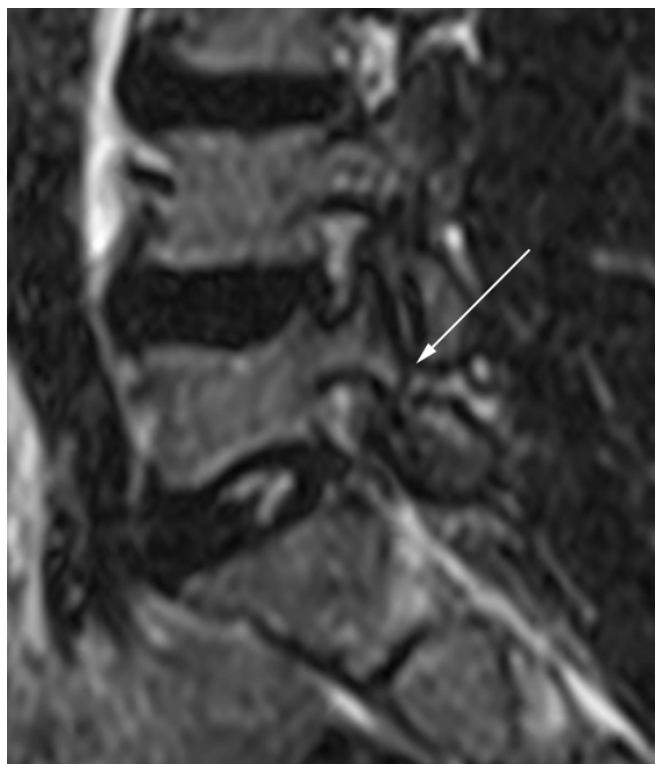


Figura 3 - Remador de 14 anos, assintomático. Espondilólise. Interrupção da *pars interarticularis* de L5 (seta). Sagital STIR (TR/TE, 3800/93).

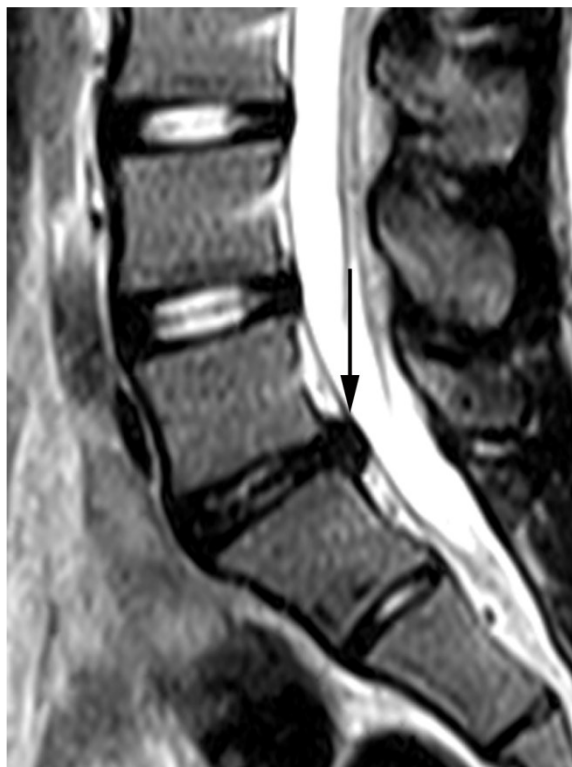


Fig 4a



Fig 4b

Figuras 4a e 4b.- Remador de 17 anos, assintomático. Hipointensidade do disco intervertebral L5-S1 e protrusão discal cetral posterior neste nível (setas). Sagital e axial T2 *fast spin-echo* (TR/TE, 3540/94).

ANEXOS

**Anexo 1 – QUESTIONÁRIO UTILIZADO PARA ATLETAS PRATICANTES DO
REMO**

Registro: _____ Telefone para contato: _____

Nome: _____

Idade: _____ Data de Nasc: ____/____/____

Sexo: _____ Peso: _____ Altura: _____

Clube: _____

Há quanto tempo pratica remo? _____

Há quanto tempo integra a equipe de remo? _____

Treina quantas vezes por semana e qual a duração de cada sessão? _____

Pratica alguma outra atividade esportiva? Quais? _____

Sente dor na coluna? _____

Alguma vez realizou avaliação médica devido à dor na coluna? _____

Anexo 2 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Esta pesquisa tem como objetivo avaliar a coluna lombar de atletas adolescentes praticantes do remo através do exame de Ressonância Magnética para verificar se a prática de remo está associada à ocorrência de lesões na coluna lombar.

A Ressonância Magnética (RM) é um exame frequentemente solicitado sendo considerado o melhor método de imagem para avaliação da coluna lombar. Apesar de ser um exame de custo elevado, não haverá ônus para o paciente. A Ressonância Magnética é um exame seguro e sem riscos, uma vez que não há necessidade de uso de contraste endovenoso e não há exposição à radiação ionizante. O exame dura cerca de 15 a 20 minutos e necessita apenas que o paciente fique imóvel durante a sua realização. O aparelho utilizado é um equipamento de campo aberto e que, portanto, permite um maior conforto do paciente. Alguns pacientes com claustrofobia podem sentir-se desconfortáveis mesmo no aparelho de campo aberto e podem não conseguir realizar o exame.

O presente estudo pretende examinar atletas do remo dos clubes Grêmio Náutico União (GNU) e Clube de Regatas Guaíba (GPA) com RM agendada na Clínica Radiológica (rua Quintino Bocaiúva, 834, Porto Alegre) que preenchem os critérios estabelecidos pelo estudo.

Eu, _____, declaro que fui esclarecido, de forma clara e detalhada, livre de qualquer forma de constrangimento e coerção, dos objetivos, da justificativa, e dos procedimentos que serei submetido.

Fui, igualmente, informado (a):

- da garantia de receber resposta a qualquer pergunta ou esclarecimento a qualquer dúvida a cerca do exame, benefícios e outros assuntos relacionados com a pesquisa;

- da liberdade de retirar meu consentimento informado, a qualquer momento, e deixar de participar do estudo, sem que isso traga prejuízo à continuação de meu cuidado e tratamento;

- da segurança de que não serei identificado e que se manterá o caráter confidencial das informações relacionadas com a minha privacidade;

- de que caso tenha qualquer pergunta sobre este estudo posso chamar o Dr Marvin Nessi Maurer ou o Dr Matteo Baldisserotto.

Os pesquisadores responsáveis pelo Projeto de Pesquisa são os médicos Matteo Baldisserotto e Marvin Nessi Maurer, que estão disponíveis para qualquer esclarecimento adicional nos telefones (51) 3320-3000, ramal 2230 – Dr Matteo e (51) 9899-2995 – Dr Marvin. O Comitê de Ética em Pesquisa da PUCRS pode ser contatado pelo telefone (51) 3320-3345.

Porto Alegre, _____ de _____ de 2009.

Nome do Paciente: _____

Nome do Responsável Legal: _____

Assinatura do Responsável Legal

Assinatura do Paciente

Dr. Marvin Nessi Maurer - Pesquisador responsável