ISSN 1808-1851

COLUNA

Periodicidade: trimestral

Volume 19 • Número 3 • Jul/Set 2020

Órgão oficial da

SOCIEDADE BRASILEIRA DE COLUNA

Sociedade Brasileira de Coluna
Sociedade Portuguesa de Patologia da Coluna Vertebral
Asociación Mexicana de Cirujanos de Columna
Capítulo de Columna de la Sociedad Ecuatoriana de Ortopedia y Traumatología
Capítulo de Columna de la Sociedad Colombiana de Ortopedia y Traumatología
Capítulo de Columna de la Sociedad Venezolana de Cirugía Ortopédica y Traumatología
Sociedad Iberolatinoamericana de Columna Vertebral
Sociedade Brasileira de Neurocirurgia
Capítulo de Columna de la Federación Latinoamericana de Sociedades de Neurocirugía
Capítulo de Columna da Sociedad Latinoamericana de Ortopedia y Traumatología
Sociedad Argentina de Patologia de la Columna Vertebral
Federação Mundial de Quiropraxia
Capítulo de Coluna do México – Columna en linea
Associação Paraguaia de Cirurgia de Coluna
Associação Cazaquistanesa de Neurocirurgiões
Associação Russa de Neurocirurgiões de Coluna Vertebral

- ADAPTATION OF THE FRAILTY INDEX FOR BRAZILIAN PORTUGUESE IN ADULT SPINE DEFORMITY SURGERY
- ANÁLISE INTRA E INTEROBSERVADOR DE POSICIONAMENTO DE PARAFUSOS PEDICULARES EM CORREÇÃO DE ESCOLIOSE
- PEDICLE MORPHOLOGY IN SCOLIOSIS: CLASSIFICATION AGREEMENT FOR PRE-OPERATIVE EVALUATION
- PREVALÊNCIA DE PJK APÓS ARTRODESE EM PACIENTES COM ESCOLIOSE NEUROMUSCULAR NO SEGUNDO ANO DE PÓS-OPERATÓRIO
- SÍNDROME QUADRIL-COLUNA, AVALIAÇÃO RADIOGRÁFICA NO BALANÇO SAGITAL
- DOES THE USE OF DYNAMIC SURGICAL GUIDANCE ASSIST ACCURATE PEDICLE SCREW PLACEMENT IN PATIENTS WITH OSTEOPOROSIS OR OSTEOPENIA?
- AVALIAÇÃO DA FUSÃO INTERSOMÁTICA DOIS ANOS DEPOIS DE PROCEDIMENTO DE LLIF
- INFLUÊNCIA DA CONGRUÊNCIA DO MACHEAMENTO DO ORIFÍCIO PILOTO NA ANCORAGEM DO PARAFUSO PEDICULAR
- LUMBAR MICRODISCECTOMY WITH INTRASPINE® – A CASE SERIES
- COMPORTAMENTO MECÂNICO DAS FRATURAS TORACOLOMBARES DO TIPO SPLIT CORONAL: ESTUDO POR ELEMENTOS FINITOS
- CORRELAÇÃO ENTRE O ÂNGULO DE INSERÇÃO DO PINO DE SCHANZ E A PERDA DE CORREÇÃO DA CIFOSE EM FRATURAS TORACOLOMBARES
- ASSOCIAÇÃO DA DOR LOMBAR E CIÁTICA A ALTERAÇÕES DE IMAGEM NA PLACA VERTEBRAL TERMINAL
- SHORT-WAVE DIATHERMY IN PATIENTS WITH CHRONIC LOW BACK PAIN: A SYSTEMATIC REVIEW
- CRIAÇÃO DE UM MODELO DE TREINAMENTO EM FLAVECTOMIA ENDOSCÓPICA DE BAIXO CUSTO

COLUNA/COLUMNA

Coluna/Columna v19, n3 Jul/Set 2020

ISSN 1808-1851

Indexada nas Bases de Dados SCIELO, SCOPUS e LILACS (Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde)

Filiada à Associação Brasileira de Editores Científicos

ISSN 1808-1851

Editor Científico

Helton L.A. Defino, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo (Ribeirão Preto, SP, Brasil)

Editor Executivo

Sérgio Daher, Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da UFG (Goiânia, GO, Brasil).

Editores Associados

Alvaro Dawling, Instituto de Ensino e Pesquisa CK, (São Paulo, SP, Brasil); CK Internacional, (Santiago,Chile); Clinica Kennedy, (Santiago/Chile).
Byvaltsev Vadim, Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology (Irkutsk Russia)
Eduardo Barros Puertas, Universidade Federal de São Paulo (São Paulo, SP, Brasil)
Ivan Ferrareto, Universidade Federal de São Paulo (Ribeirão Preto, SP, Brasil)
José María Jiménez Avila, Centro Médico Nacional de Occidente. IMSS. TEC de Monterrey campus Guadalajara. Facultad de Medicina (Guadalajara, Jalisco, México)
Kolesov Sergey, Priorov N.N Central Institute of Traumatology and Orthopaedics (Moscow. Russia)
Mauro dos Santos Volpi, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Botucatu, SP, Brasil)
Osmar Avanzi, Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo (São Paulo, SP, Brasil)
Sérgio Zylbersztejn, Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (Porto Alegre, RS, Brasil)
Tarcisio Eloy Pessoa de Barros Filho, Instituto de Ortopedia e Traumatologia do HC/FMUSP (São Paulo, SP, Brasil)

Conselho Editorial

Akshulakov Serik (Astana,Cazaquistão)
Aleinikov Viktor, National Center for Neurosurgery (Astana,Cazaquistão)
Andres Edgar Rodriguez Fuentes, Univ. de São Paulo (Ribeirão Preto, SP, Brasil)
Andres Rodriguez Munera, Fundacion Sta Fé de Bogotá (Bogotá, Colombia)
Asdrubal Falavigna, Universidade de Caxias do Sul, (Caxias do Sul, RS, Brasil).
Asdrúbal Silveri, Centro de Deformidades de Columna (Montevidéo, Uruguai)
Bartolomé Marré, Hosp. Trabajador Santiago (Santiago, Chile)
Carlos Eduardo Algaves Soares de Oliveira, Hospital do Servidor (São Paulo, SP, Brasil)
Carlos Henrique Maçaneiro, Univ. da Região Joinville (Joinville, SC, Brasil)
Carlos Henrique Ribeiro, Hospital Quinta D'or (Rio de Janeiro, RJ, Brasil)
Carlos Umberto Pereira, Univ. Federal de Sergipe (Aracaju, SE, Brasil)
Carlos Tello, Sociedad Ibero Latinoamericana de Columna (Buenos Aires, Argentina)
Carlos Villanueva Leal, Vall D'Hebron Hosp. Traumatologia Rehabilitación (Barcelona, Espanha)
Carolina Kolberg, Federación Latino Americana de Quiropráctica (Brasilia, DF, Brasil)
Délio Eulálio Martins, Univ. Federal de São Paulo (São Paulo, SP, Brasil)
Elcio Landim, Univ. Estadual de Campinas (Campinas, SP, Brasil)
Enguer Beraldo Garcia, Santa Casa de Belo Horizonte (Belo Horizonte, MG, Brasil)
Enrique Izquierdo Nuñez, Univ. Complutense de Madrid (Madri, Espanha)
Enrique Jimenez Hakim, Fundacion Santa Fé de Bogotá (Bogotá, Colombia)
Enrique Osorio Fonseca, Univ. El Bosque Bogotá (Bogotá, Colômbia)
Ernesto Bersusky, Hosp. Nacional de Pediatria Juan P. Garrahan (Buenos Aires, Argentina)
Erasmo de Abreu Zardo, Pontifícia Univ. Católica (Porto Alegre, RS, Brasil)
Fernando Antonio Mendes Façanha Filho, Univ. Federal do Ceará (Fortaleza, CE, Brasil)
Fernando Helo Yamhure, Clínica Reina Sofia (Bogota, Colombia)
Francisco Limeira dos Santos Neto, Univ. Federal de Pernambuco (Recife, PE, Brasil)
Francisco Javier Sánchez Pérez-Grueso, Hosp. La Paz (Madri, Espanha)
Gabriel Virgilio Ortiz García, Centro Médico Puerta de Hierro (Zapopan, Jalisco, México)
Geraldo de Sá Carneiro Filho, Hosp. da Restauração (Recife, PE, Brasil)
Gushcha Artem, Research center of Neurology Volokolamskoe (Moscow Russia)
Guy Broch Haro, Issste Hospital Lopez Mateos (México, Distrito Federal)
Herman Michael Dittmar Johnson, Centro Médico Puerta de Hierro (Zapopan, Jalisco, México), Universidad de Guadalajara (Guadalajara, México)
Jorge Felipe Ramirez, Clínica Reina Sofia (Bogotá-Colombia)
Jorge Manuel A. Draper Mineiro, Hosp. Cuf Descobertas (Lisboa, Portugal)
José Castro Guimarães Consciência, Hosp. de Egas Moniz (Lisboa, Portugal)
José Gabriel Rugeles Ortiz, Cecimin Organizacion Sanitas (Bogota, Colombia)
Juan Silva, Univ. Nacional de Asuncion (Assunção, Paraguai)
Karen Weissman (Clínica Fundácion Médica San Cristóbal, Santiago, Chile)
Kerimbayev Talgat, National Center for Neurosurgery (Astana,Cazaquistão)
Luciano Miller Reis Rodrigues, Faculdade de Medicina do ABC (Santo André, SP, Brasil)
Luis Carlos Ramíres, Instituto de Seguros Sociales (Bogotá,Colombia)
Luis Eduardo Munhoz da Rocha, Hosp. Pequeno Príncipe (Curitiba, PR, Brasil)
Luiz Roberto Gomes Vialle, Pontifícia Univ. Católica (Curitiba, PR, Brasil)
Marcelo Gruenberg, Hosp. Italiano de Buenos Aires (Buenos Aires, Argentina)
Marcelo Wajchenberg, Univ. Federal de São Paulo (São Paulo-SP-Brasil)
Marcello H. Nogueira-Barbosa, Univ. de São Paulo (Ribeirão Preto, SP, Brasil)
Marcos Masini, Univ. Planalto Central (Brasília, DF, Brasil)
Mario Augusto Taricco, Univ. de São Paulo (São Paulo, SP, Brasil)
Mario Herrera (Bogotá-Colombia)
Mauricio Pagy de Calais Oliveira, Centro Mineiro de Cirurgia da Coluna (Belo Horizonte, Brasil)
Mihailovsky Michai, Cuvyan Institute of Traumatology and Orthopaedics (Novosibirsk, Russia)
Murilo Tavares Daher, Departamento de Ortopedia da Universidade Federal de Goiás (Goiânia, GO, Brasil)
Nicolás J. Macchiavello Cornejo, Hospital Clínico de la Universidad de Chile (Santiago, Chile)
Óscar Luís Alves, Hospital Lusíadas Porto e Centro Hospitalar Vila Nova de Gaia/Espinho EPE (Porto, Portugal)
Ptashnikov Dmitriy, Institute of Traumatology and Orthopaedics (St Petersburg, Russia)
Renato Tavares Daher, Centro de Reabilitação e Readptação Dr. Henrique Santillo (Goiânia, Goiás)
Roberto Chapa Sosa, Hosp. de Alta Especialidad Christus Muguerza (Monterrey, Nuevo Leon, México)
Roberto Sakamoto Falcon, Hospital Ortopédico-Lifecenter (Belo Horizonte, MG, Brasil)
Rodrigo Amaral, Instituto de Patologia da Coluna – IPC (Sao Paulo, SP, Brasil)
Ruy Vaz, Hosp. de São João (Porto, Portugal)
Sérgio Afonso Hennemann, Hosp. Mãe de Deus (Porto Alegre, RS, Brasil)
Victor Paul Miramontes, CNR/O-Centro Nacional de Rehabilitación (Cidade do México, México)
Washington Bermúdez Santos, Montevideo Spine Center (Montevideo, Uruguai)
Xavier Soler I Graells, Univ. Federal do Paraná (Curitiba, PR, Brasil)

Correspondentes Estrangeiros

Jack Zigler, Texas Back Institute (Dallas, Texas, USA)
Marek Szpalski, Hôpitaux Iris Sud (Bruxelles, Belgica)
Robert Gunzburg, Belgium and Eeuwfeest Kliniek (Antwerpen, Belgica)
Steven R. Garfin (San Diego, CA, Estados Unidos)

Editor Consultivo

Arthur Tadeu de Assis - São Paulo - SP - Brasil

Editora Gerente

Flávia M. S. Pires - São Paulo - SP - Brasil

Coluna/Columna é uma Publicação Oficial Sociedade Brasileira de Coluna e das Sociedades afiliadas: Asociación Mexicana de Cirujanos de Columna – AMCICO; Associação Paraguaia de Cirurgia de Coluna; Associação Cazaquistanesa de Neurocirurgiões; Associação Russa de Neurocirurgiões de Coluna Vertebral; Capítulo de Columna de la Federación Latinoamericana de Sociedades de Neurocirugía – FLANC; Capítulo de Columna de la Sociedad Ecuatoriana de Ortopedia y Traumatologia - SEOT; Capítulo de Columna de la Sociedad Colombiana de Ortopedia y Traumatología – SCCOT; Capítulo de Columna da Sociedad Latinoamericana de Ortopedia y Traumatología – SLAOT; Capítulo de Columna de la Sociedad Venezolana de Cirugía Ortopédica y Traumatologia – SVCOT; Capítulo de Coluna do México- Columna en linea; Federação Mundial de Quiropraxia (WFC); Sociedad Argentina de Patologia de la Columna Vertebral – SAPCV; Sociedad Iberolatinoamericana de Columna Vertebral – SILACO; Sociedade Brasileira de Neurocirurgia – SBN; ; Sociedade Portuguesa de Patologia da Coluna Vertebral – SPPCV.

Atha Comunicação e Editora: Coordenação editorial, criação, diagramação e produção gráfica
Rua Machado Bittencourt, 190 - 4° andar - conj. 410 - CEP: 04044-903 - São Paulo - SP
Tel/Fax: (11) 5087-9502/5579-5308 - 1atha@uol.com.br

Órgão oficial da Sociedade Brasileira de Coluna

Al. Lorena, 1304, 14°, cj. 1406/07
Jd. Paulista - São Paulo - SP - Brasil
Cep: 01424-001 - Tel.: 11 3088-6615

Secretária Administrativa: Ana Maria Cella - coluna@coluna.com.br

• Periodicidade: Trimestral

Informações: coluna.columna@uol.com.br

Visite o site da Sociedade Brasileira de Coluna
portalsbc.org

Revista disponível eletronicamente
www.revistacoluna.org

COLUNA/COLUMNA

VOLUME 19 - Nº 3 - 2020 - Sumário/Contents/Contenido

Artigos Originais/*Original Articles/Artículos Originales*

DEFORMIDADES/DEFORMITIES/DEFORMIDADES

ADAPTATION OF THE FRAILTY INDEX FOR BRAZILIAN PORTUGUESE IN ADULT SPINE DEFORMITY SURGERY.....168
ADAPTAÇÃO PARA O PORTUGUÊS DO BRASIL DO ÍNDICE DE FRAGILIDADE EM CIRURGIA DE DEFORMIDADE DA COLUNA VERTEBRAL DO ADULTO
ADAPTACIÓN PARA PORTUGUÉS DE BRASIL DEL ÍNDICE DE FRAGILIDAD EN CIRUGÍA DE DEFORMIDAD DE LA COLUMNA VERTEBRAL DEL ADULTO
Raphael R Pratali, Carlos F W E Romerio, Murilo T Daher, Rodrigo Amaral, Igor M Cardoso, Charbel Jacob Jr, Emily K Miller, Justin S Smith, Christopher P Ames, Carlos Fernando P S Herrero
http://dx.doi.org/10.1590/S1808-185120201903233268

ANÁLISE INTRA E INTEROBSERVADOR DE POSICIONAMENTO DE PARAFUSOS PEDICULARES EM CORREÇÃO DE ESCOLIOSE.....172
INTRA- AND INTEROBSERVER ANALYSIS OF PEDICLE SCREW PLACEMENT IN SCOLIOSIS CORRECTION
ANÁLISIS INTRA E INTEROBSERVADOR DE POSICIONAMIENTO DE TORNILLOS PEDICULARES EN CORRECCIÓN DE ESCOLIOSIS
Caíque Jauhar de Castro, Luis Eduardo Carelli Teixeira da Silva, Luiz Eduardo Almeida, Alderico Girão Campos de Barros, Robson Teixeira Vital, Márcia Maria Rodrigues Jardim, Giuliana Vasconcelos de Souza Fonseca
http://dx.doi.org/10.1590/S1808-185120201903224255

PEDICLE MORPHOLOGY IN SCOLIOSIS: CLASSIFICATION AGREEMENT FOR PRE-OPERATIVE EVALUATION.....176
MORFOLOGIA DO PEDÍCULO NA ESCOLIOSE: CONCORDÂNCIA NA CLASSIFICAÇÃO PARA AVALIAÇÃO PRÉ-OPERATÓRIA
MORFOLOGÍA DEL PEDÍCULO EN LA ESCOLIOSIS: CONCORDANCIA DE CLASIFICACIÓN PARA EVALUACIÓN PREQUIRÚRGICA
Luiz Eduardo Pereira Costa Assis de Almeida, Luis Eduardo Carelli Teixeira da Silva, Caique Jauhar de Castro, Giuliana Vasconcelos de Souza Fonseca, Robson Teixeira Vital, Márcia Maria Rodrigues Jardim
http://dx.doi.org/10.1590/S1808-185120201903224254

PREVALÊNCIA DE PJK APÓS ARTRODESE EM PACIENTES COM ESCOLIOSE NEUROMUSCULAR NO SEGUNDO ANO DE PÓS-OPERATÓRIO.....180
PREVALENCE OF PJK AFTER ARTHRODESIS IN PATIENTS WITH NEUROMUSCULAR SCOLIOSIS IN THE SECOND POSTOPERATIVE YEAR
PREVALENCIA DE PJK DESPUÉS DE ARTRODESIS EN PACIENTES CON ESCOLIOSIS NEUROMUSCULAR EN EL SEGUNDO AÑO DE POSTOPERATORIO
Rodrigo Magalhães Falcão, Kaio Rodrigo Barreto Ramiro, Mauricio Coelho Lima, Ivan Guidolin Veiga, Marcelo Italo Risso Neto, Mauricio Antonelli Lehoczki, Alexander Junqueira Rossato, Paulo Tadeu Maia Cavali
http://dx.doi.org/10.1590/S1808-185120201903224042

SÍNDROME QUADRIL-COLUNA, AVALIAÇÃO RADIOGRÁFICA NO BALANÇO SAGITAL.....184
HIP-SPINE SYNDROME, RADIOGRAPHIC EVALUATION OF THE SAGITTAL BALANCE
SÍNDROME DE COLUMNA-CADERA, EVALUACIÓN RADIOGRÁFICA EN EL BALANCE SAGITAL
Omar Mohamad Mansour Abdallah, Xavier Soler Graells, Álynson Larocca Kulcheski, Pedro Grein Del Santoro, Marcel Luis Benato, André Luis Sebben
http://dx.doi.org/10.1590/S1808-185120201903222946

OSTEOPOROSE E DOENÇAS OSTEOMETABÓLICAS/OSTEOPOROSIS AND BONE DISEASES/OSTEOPOROSIS Y ENFERMIDADES ÓSEAS METABÓLICAS

DOES THE USE OF DYNAMIC SURGICAL GUIDANCE ASSIST ACCURATE PEDICLE SCREW PLACEMENT IN PATIENTS WITH OSTEOPOROSIS OR OSTEOPENIA? 189
O USO DO GUIA CIRÚRGICO DINÂMICO AUXILIA A ACURÁCIA DO POSICIONAMENTO DOS PARAFUSOS PEDICULARES EM PACIENTES COM OSTEOPOROSE OU OSTEOPENIA?
¿EL USO DE GUÍA QUIRÚRGICA DINÁMICA AYUDA A COLOCAR CON PRECISIÓN LOS TORNILLOS PEDICULARES EN PACIENTES CON OSTEOPOROSIS U OSTEOPENIA?
Helton L A Defino, John Williams, Georgia-Lea Williams, Keri George, Randal Betz, David Powell, John Gaughan, Maurice Bourlion
http://dx.doi.org/10.1590/S1808-185120201903236062

TÉCNICA CIRURGICA/SURGICAL TECHNIQUE/TÉCNICA QUIRÚRGICA

AVALIAÇÃO DA FUSÃO INTERSOMÁTICA DOIS ANOS DEPOIS DE PROCEDIMENTO DE LLIF.....194
EVALUATION OF INTERBODY FUSION TWO YEARS AFTER LLIF PROCEDURE
EVALUACIÓN DE LA FUSIÓN INTERSOMÁTICA DOS AÑOS DESPUÉS DEL PROCEDIMIENTO DE LLIF
Fábio Rosa, Gabriel Pokorny, Raquel Rodrigues, Rodrigo Amaral, Rubens Jensen, Luiz Pimenta
http://dx.doi.org/10.1590/S1808-185120201903223957

INFLUÊNCIA DA CONGRUÊNCIA DO MACHEAMENTO DO ORIFÍCIO PILOTO NA ANCORAGEM DO PARAFUSO PEDICULAR.....197
INFLUENCE OF THE CONGRUENCE OF PILOT HOLE TAPPING ON THE ANCHORAGE OF THE PEDICLE SCREW
INFLUENCIA DE LA CONGRUENCIA DEL TALADRAMIENTO DEL ORIFICIO PILOTO EN EL ANCLAJE DEL TORNILLO PEDICULAR
Rodrigo Barra Caiado Fleury, Antônio Carlos Shimano, Thiago Dantas Matos, Kelsen de Oliveira Teixeira, Valéria Romero, Helton Luiz Aparecido Defino
http://dx.doi.org/10.1590/S1808-185120201903224110

LUMBAR MICRODISCECTOMY WITH INTRASPINE® – A CASE SERIES 201
MICRODISCECTOMÍA LUMBAR CON INTRASPINE® - SERIE DE CASOS
MICRODISCECTOMIA LOMBAR COM INTRASPINE® - SÉRIE DE CASOS
Chloé Louise Gelder, Martin Drozda, George Spink
http://dx.doi.org/10.1590/S1808-185120201903207243

TRAUMA VERTEBRAL E FRATURAS/SPINAL TRAUMA AND FRACTURES/TRAUMA VERTEBRAL Y FRACTURAS

COMPORTAMENTO MECÂNICO DAS FRATURAS TORACOLOMBARES DO TIPO SPLIT CORONAL: ESTUDO POR ELEMENTOS FINITOS.....205
MECHANICAL BEHAVIOR OF THORACOLUMBAR CORONAL SPLIT FRACTURES: FINITE ELEMENT ANALYSIS
COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LAS FRACTURAS TORACOLUMBARES DEL TIPO SPLIT CORONAL: ESTUDIO POR ELEMENTOS FINITOS
André Rafael Hubner, Mateus Meira Garcia, Rodrigo Alves Vieira Maia, Daniel Gasparin, Charles Leonardo Israel, Leandro de Freitas Spinelli
http://dx.doi.org/10.1590/S1808-185120201903223027

CORRELAÇÃO ENTRE O ÂNGULO DE INSERÇÃO DO PINO DE SCHANZ E A PERDA DE CORREÇÃO DA CIFOSE EM FRATURAS TORACOLOMBARES.....209
CORRELATION BETWEEN THE SCHANZ SCREW INSERTION ANGLE AND THE LOSS OF KYPHOSIS CORRECTION IN THORACOLUMBAR FRACTURES
CORRELACIÓN ENTRE EL ÁNGULO DE INSERCIÓN DEL TORNILLO DE SCHANZ Y LA PÉRDIDA DE CORRECCIÓN DE LA CIFOSIS EN FRACTURAS TORACOLUMBARES
Fabio Antonio Vieira, André Sousa Garcia, Fernando Tadashi Salvioni Ueta, David Del Curto, Renato Hiroshi Salvioni Ueta, Eduardo Barros Puertas
http://dx.doi.org/10.1590/S1808-185120201903179394

Artigo de Atualização/*Update Article/Actualizar Artículo*

DIAGNÓSTICO POR IMAGENS/DIAGNOSTIC IMAGING/DIAGNÓSTICO POR IMÁGENES

ASSOCIAÇÃO DA DOR LOMBAR E CIÁTICA A ALTERAÇÕES DE IMAGEM NA PLACA VERTEBRAL TERMINAL.....213
ASSOCIATION OF LOW BACK PAIN AND SCIATICA WITH SIGNAL CHANGES IN THE VERTEBRAL ENDPLATE
ASOCIACIÓN DEL DOLOR LUMBAR Y CIÁTICO CON ALTERACIONES DE IMAGEN EN LA PLACA VERTEBRAL TERMINAL
Alberto Ofenhejm Gotfryd, Délio Eulálio Martins Filho, Marcelo Wajchenberg, Michel Kanas, Saulo de Tarso se Sá Pereira Segundo, Yuri Pereira Gelelaite
http://dx.doi.org/10.1590/S1808-185120201903224123

Revisão Sistemática/*Systematic Review/Revisión Sistemática*

DOR/PAIN/DOLOR

SHORT-WAVE DIATHERMY IN PATIENTS WITH CHRONIC LOW BACK PAIN: A SYSTEMATIC REVIEW.....218
DIATERMIA POR ONDAS CURTAS EM PACIENTES COM DOR LOMBAR CRÔNICA: REVISÃO SISTEMÁTICA
DIATERMIA POR ONDAS CORTAS EN PACIENTES CON DOLOR LUMBAR CRÓNICO: REVISIÓN SISTEMÁTICA
Luis Henrique Paladini, Nicole Almeida, Raciele Ivandra Guarda Korelo, Rafael Michel de Macedo, Luiz Cesar Guarita-Souza, Talita Gianello Gnoato Zotz, Ana Carolina Brandt de Macedo
http://dx.doi.org/10.1590/S1808-185120201903219301

Artigo de Opnião/*Opinion Article/Artículo de Opinión*

CIRURGIA MINIMAMENTE INVASIVA/MINIMUM INVASIVE SURGERY/CIRUGÍA MÍNIMA INVASIVA

CRIAÇÃO DE UM MODELO DE TREINAMENTO EM FLAVECTOMIA ENDOSCÓPICA DE BAIXO CUSTO 223
CREATION OF A LOW-COST ENDOSCOPIC FLAVECTOMY TRAINING MODEL
CREACIÓN DE UN MODELO DE ENTRENAMIENTO EN FLAVECTOMÍA ENDOSCÓPICA DE BAJO COSTO
Carolline Popovicz Nunes, Álynson Larocca Kulcheski, Paula Adamo de Almeida, Edmar Stieven Filho, Xavier Soler Graells
http://dx.doi.org/10.1590/S1808-185120201903227933

ISSN 1808-1851

INSTRUÇÕES AOS AUTORES/NORMAS PARA PUBLICAÇÃO

Revisado em Outubro de 2019

ESCOPO E POLÍTICA

A Revista COLUNA/COLUMNA é uma revista de acesso aberto, que publica contribuições da comunidade científica nacional e internacional. Seu objetivo é divulgar artigos que contribuam para o aperfeiçoamento e o desenvolvimento da prática, da pesquisa e do ensino dos temas relacionados à Coluna Vertebral, Patologias da Coluna Vertebral, Ortopedia e Traumatologia, Reabilitação e áreas afins.
A Coluna/Columna publica, preferencialmente, artigos originais de interesse internacional, e não apenas os de relevância regional. O Corpo Editorial é composto por membros nacionais e internacionais, que trabalham gratuitamente para aprimorar a qualidade do periódico, visando torná-la atraente não só para a pesquisa regional/nacional mas também para a comunidade científica internacional.
A Revista Coluna/Columna é uma publicação trimestral que circula nos meses de janeiro/fevereiro/ março, abril/maio/junho, julho/agosto/setembro, outubro/ novembro/dezembro, em duas versões uma com os textos em seu idioma original (português, inglês ou espanhol) e outra versão em inglês. Os conceitos e declarações contidos nos trabalhos são de total responsabilidade dos autores.
Os artigos publicados na revista seguem os requisitos uniformes propostos pelo Comitê Internacional de Editores de Revistas Médicas, disponíveis no endereço eletrônico www.icmje.org.
A revista recebe para publicação artigos para as seguintes seções: Artigos Originais, Artigo de Revisão, Artigo de Atualização e Relato de Caso. Os artigos poderão ser escritos em Português, Espanhol ou Inglês.
Não há taxa para artigos de submissão e avaliação.

PREPARAÇÃO DO MANUSCRITO

Peer Review
O *peer review*, ou revisão por pares, é um dos fatores que sustentam a qualidade de um veículo científico. O corpo editorial da Coluna/Columna é formado, em sua maioria, por professores universitários, que permite um *peer review* criterioso e rigoroso. Todos os manuscritos, após aprovação dos editores, serão analisados por dois ou mais revisores, sendo o anonimato garantido em todo o processo de julgamento (duplo cego). Os artigos que não apresentarem mérito e não se enquadrarem na política editorial da revista serão rejeitados não cabendo recurso. Os comentários dos revisores serão devolvidos aos autores para modificações no texto ou justificativa de sua conservação. Após aprovação dos revisores, os artigos serão encaminhados para os editores associados para aprovação final. Somente após as aprovações finais, os manuscritos serão encaminhados para publicação.

Copyright
As declarações publicadas nos artigos são de inteira responsabilidade dos autores. Entretanto, todo material publicado se torna propriedade da Revista Coluna/Columna, que passa a reservar os direitos autorais. Os autores devem anexar como documento suplementar no sistema Scielo de publicação e submissão *on line*: a) Declaração de Conflito de Interesses; b) Certificado de Aprovação do Trabalho pela Comissão de Ética em Pesquisa da Instituição quando a investigação envolver experimentação em seres humanos ou animais; c) Documentação referente as eventuais fontes de financiamento do trabalho; d) Declaração de que os participantes assinaram documento de Consentimento Livre Informado, quando se tratar de pesquisa clínica com seres humanos; e) Carta de transferência dos direitos autorais assinada por todos os autores e declaração de que é inédito, não tendo sido submetido à publicação em outro periódico ou livro.

Bioética de experimentos com seres humanos
A realização de experimentos envolvendo seres humanos deve seguir a resolução específica do Conselho Nacional de Saúde (nº 196/96) disponível em http://www.conselho.saude.gov.br, incluindo a assinatura de um Termo de Consentimento Informado e a proteção da privacidade dos voluntários. Nos trabalhos experimentais envolvendo seres humanos, os autores devem indicar se os procedimentos seguiram os padrões éticos do comitê responsável por experimentação humana (institucional e nacional) e da Declaração de Helsinki de 1975, revisada em 2008. Deve ser enviada a declaração de aprovação do comitê de ética local realizada por meio da Plataforma Brasil. Estudos realizados em humanos devem estar de acordo com os padrões éticos e com o devido consentimento livre e esclarecido dos participantes conforme Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde (Brasil), que trata do Código de Ética para Pesquisa em Seres Humanos e, para autores fora do Brasil, devem estar de acordo com Comittee on Publication Ethics (COPE).

Bioética de experimentos com animais
O trabalho descrito no artigo deve ter sido realizado de acordo com os princípios éticos em experimentação animal, de acordo com a Lei 11.794/08, que estabelece os procedimentos para o uso científico de animais e trata da obrigatoriedade de submissão dos projetos de pesquisa aos comitês de ética em pesquisa das instituições (http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/l11794.htm). Para mais informações, consulte o Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA) (http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/310553.html) e o Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA) (http://www.cobea.org.br/index.php?option=com_content&view=article&id=46&Itemid=1).

Ensaios clínicos
A Revista Coluna/Columna apoia a políticas de registro de ensaios clínicos da Organização Mundial de Saúde (OMS) e do International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE), reconhecendo a importância destas iniciativas para o registro e divulgação internacional de informação sobre estudos clínicos em acesso aberto. Sendo assim, somente serão aceitos para publicação os artigos de pesquisas clínicas que tenham recebido um número de identificação em um dos Registros de Ensaios Clínicos validados pelos critérios estabelecidos pela OMS e ICMJE [http://www.icmje.org/about-icmje/faqs/clinical-trials-registration/], cujos endereços eletrônicos estão disponíveis na página do ICMJE.

Plágio
A revista adota sistema de detecção de plágio, porém todo conteúdo publicado nos artigos é de inteira responsabilidade dos autores. Em caso de detecção de qualquer forma de plágio, os autores que submeteram o artigo serão notificados pela revista com questionamento de conduta para o direito de manifestação e justificativa. Sob ocorrência de publicação de plágio no periódico, o artigo publicado não será retirado da edição, sendo aposto à publicação um adendo informativo de plágio com identificação explicita na folha de rosto por tarja de tamanho integral sobre o conteúdo. O periódico não se responsabiliza por notificar os autores do conteúdo original.

APRESENTAÇÃO E SUBMISSÃO DO MANUSCRITO

O artigo enviado deverá ser submetido, acompanhado de:
Folha de rosto: título do trabalho (conciso e informativo), em português, espanhol e inglês; o nome completo de cada autor (sem abreviações); e a instituição (As unidades hierárquicas devem ser apresentadas em ordem decrescente, por exemplo, universidade, faculdade e departamento; a que pertence cada um deles (Os nomes das instituições e programas deverão ser apresentados preferencialmente por extenso e na língua original da instituição ou na versão em inglês quando a escrita não é latina [p.ex. árabe, mandarim, grega]); com indicação numérica e sequencial, utilizando números arábicos sobrescritos. Se houver mais de uma afiliação institucional, indicar apenas a mais relevante; local de realização do trabalho e/ou da pesquisa; nome do autor correspondente com endereço completo, telefone, e-mail. O número ORCID de cada um dos autores deve ser informado na folha de rosto. http://orcid.org/

APRESENTAÇÃO DO TEXTO

Resumo e Descritores: resumo, em português, inglês e espanhol com, no máximo 250 palavras. Os Artigos Originais, deverão ser estruturados (Objetivo, Métodos, Resultados, Conclusões) ressaltando os dados mais significativos do trabalho. Para Artigos de Revisão, Atualização ou Relato de Caso o resumo não deverá ser estruturado. Abaixo do resumo, especificar no mínimo três e no máximo seis descritores que definam o assunto do trabalho. Os descritores deverão ser baseados no DECS - Descritores em Ciências da Saúde - disponível no endereço eletrônico http://decs.bvs.br/; ou MeSH (Medical SubjectHeadings) em/ou *MeSH* - www.nlm.nih.gov/mesh/MBrowser.html. com as versões português, inglês e espanhol para cada um dos descritores.
Ademais, nos resumos devem ser incluídos o Nível de Evidência e o Tipo de Estudo, conforme tabela de classificação anexada ao final deste texto.
Introdução: deverá conter o objetivo do trabalho e resumir os fundamentos lógicos do mesmo. Apresentar somente as citações estritamente pertinentes e não incluir dados ou conclusões do trabalho que está sendo relatado.
Métodos: deverá descrever claramente a seleção dos indivíduos que intervieram na pesquisa (pacientes ou animais de laboratório, incluindo os controles). Identificar idade, sexo e outras importantes características do indivíduo. A definição e relevância da raça ou etnia são ambíguas. Os autores devem ser particularmente cuidadosos quando usarem estas categorias. Identificar os métodos, equipamentos (apresentar o nome e endereço do fabricante entre parênteses) e os procedimentos em detalhes suficientes para permitir a reprodução dos resultados por outros pesquisadores. Citar se o estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Instituição (Instituição de afiliação de pelo menos um dos autores) e informar o respectivo número de identificação. Também deve informar se o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido foi assinado por todos os participantes.
Resultados: deverão ser apresentados em uma sequência lógica no texto, nas tabelas e figuras. Não deverão ser repetidos no texto todos os dados das tabelas ou ilustrações, devendo ser enfatizadas ou resumidas somente as observações importantes.
Discussão: deverá enfatizar os novos e mais importantes aspectos do estudo e as conclusões que se seguem. Não deverão ser repetidos os dados apresentados na introdução ou nos resultados. Deverão ser estabelecidas novas hipóteses apenas quando elas estiverem claramente justificadas.
Conclusões: deverão ser vinculadas aos objetivos do estudo evitando-se afirmações não qualificadas e não completamente comprovadas pelos dados. Deverão apresentar argumento conclusivo detalhado dos dados comprobatórios.
Agradecimentos: quando necessário agradecer brevemente as pessoas que tenham colaborado intelectualmente, mas cuja contribuição não justifica coautoria, ou para aquelas que tenham provido apoio material, técnico, assessoria. O autor deve garantir que as pessoas, nomes, concordem em serem assim chamados. O apoio financeiro para a pesquisa e bolsas de estudo deve ser reconhecido nesta seção agência e número de concessão).
Conflitos de interesse: devem ser reproduzidos objetivamente quando houver, e quando não houver, apresentar a declaração: «Os autores declaram inexistência de conflito de interesses na realização deste trabalho.”
Declaração da contribuição de autores: deve ser expressa no final do artigo, com a utilização de dois critérios mínimos de autoria: a) participação ativa na discussão dos resultados; b) revisão e aprovação da versão final do trabalho.
Cada autor contribuiu individual e significantemente para o desenvolvimento deste artigo. AF (0000-0000-0000-0000)*: redação, revisão e realização das cirurgias; GR (0000-0000-0000-0000)*: cirurgias, análise dos dados e redação; FP (0000-0000-0000-000x)*: análise estatística, cirurgias e revisão; MAC (0000-0000-0000-0000)*: análise das lâminas e revisão; MSC (0000-0000-0000-0000)*: redação, revisão e conceito intelectual; ATA (0000-0000-0000-0000)*: cirurgia, redação, análise estatística, conceito intelectual e confecção de todo o projeto de pesquisa. *ORCID (*Open Researcher and Contributor ID*).”
Referências: devem estar rigorosamente de acordo com as instruções: *Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals*, do International *Committeeof Medical Journal Editors*, atualizada em Outubro de 2007. Ou no site do Pubmed. Todos os autores e trabalhos citados no texto devem constar nas referências e vice-versa. A numeração das referências deverá ser de acordo com a ordem em que forem mencionadas pela primeira vez no texto, utilizando-se números arábicos, para o texto e para as referências. Citar todos os autores até no máximo seis; se existirem mais, citar os seis primeiros seguidos de et al. Os títulos dos periódicos deverão ser abreviados de acordo com a lista de periódicos do *Index Medicus*. Todas as referências do ano atual ou cinco anos anteriores devem estar em negrito.

Exemplos:

Artigos de periódicos
Okashi OA, Du H, Al-Assam H. Automatic spine curvature estimation from X-ray images of a mouse model. Comput Methods Programs Biomed. 2017;140:175-84.
Butler JS, Lui DF, Malhotra K, Suarez-Huerta ML, Yu H, Selvadurai S, et al. 360-Degree Complex Primary Reconstruction Using Porous Tantalum Cages for Adult Degenerative Spinal Deformity. Global Spine J. 2019;9(6):613-18

Livros
Pudles E, Defino HLA. A Coluna Vertebral. São Paulo: Artmed; 2013.

Capítulos de livros
Zardo E, Abramczuk J, Ziegler MS. Embriologia da Coluna Vertebral . In: Pudles E, Defino HLA. A Coluna Vertebral. São Paulo: Artmed; 2013. p. 17-22.

Dissertações e Teses:
Giglio CA. Caracterização funcional e histológica de modelos experimentais de estudo do trauma raquimedular [tese]. Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo; 2000.

Material eletrônico
Autor(es). Título do artigo. Título do periódico abreviado [suporte]. Data de publicação [data de acesso com a expressão "acesso em"]; volume(número):páginas inicial-final ou [número de páginas aproximado]. Endereço eletrônico com a expressão "Disponível em:" Pavezi N, Flores D, Perez CB. Proposição de um conjunto de metadados para descrição de arquivos fotográficos considerando a Nobrade e a Sepiades. Transinf. [Internet]. 2009 [acesso em 2010 nov 8];21(3):197-205. Disponível em: http://revistas.puc-campinas.edu.br/transinfo/search.php?op=search&query=metadados&limit

Figuras: as ilustrações (fotografias, desenhos, gráficos etc) deverão ser citadas como figuras devendo ser numeradas em algarismos arábicos, consecutivamente, de acordo com a ordem em que foram citadas pela primeira vez no texto. As figuras deverão ser enviadas em formato *tif* ou *jpg* com 300 DPI de resolução, em formato grande. As figuras deverão ser enviadas em arquivo editável (World ou Excel), juntamente com os originais. As fotos serão publicadas em preto/branco. Para publicações coloridas o custo adicional será de responsabilidade dos autores.

Por favor, note que é de responsabilidade do autor (s) obter permissão do detentor dos direitos autorais para reproduzir figuras (ou tabelas) que tenham sido previamente publicados em outros lugares. Para todos os valores de acesso aberto, os autores devem ter permissão do detentor dos direitos, caso desejem incluir imagens que tenham sido publicados em outros lugares em periódicos de acesso não-aberto. A permissão deve ser indicada na legenda da figura, e a fonte original deve incluída na lista de referências.

Tabelas: as tabelas devem ser numeradas por ordem de aparecimento no texto com números arábicos. Cada tabela deve ter um título e, se necessário, uma legenda explicativa. Os quadros e tabelas deverão ser enviados através dos arquivos originais (p.ex. Excel) e não como imagem. Tabelas e quadros que ocupem mais de uma página devem ser evitados. Não usar elementos de imagem, caixas de texto, ou tabulações.

Abreviaturas e siglas: devem ser precedidas do nome completo quando citadas pela primeira vez no texto. Nas figuras e tabelas devem conter seu significado abaixo da figura ou tabela.

Vídeos: O envio de vídeo é opcional, e irá acompanhar a versão *on line* do artigo. Deve ser encaminhado junto com o artigo em arquivo separado e acompanhado de legenda. Os vídeos devem ser enviados em MP4.

ENVIO DO MANUSCRITO

O periódico Coluna/Columna adota o Sistema SciELO de Publicação e Submissão online disponível em http://submission.scielo.br/index.php/coluna/index. Os autores deverão seguir as instruções de cadastro e inclusão de artigo no próprio sistema.

- A responsabilidade por conceitos emitidos nos artigos é da inteira responsabilidade de seus autores.
- Permitida a reprodução total ou parcial dos artigos, desde que mencionado a fonte.
- Todo o conteúdo do periódico, exceto onde identificado, está licenciado sob uma Licença *Creative Commons* Atribuição-tipo BY-NC.

Níveis de evidência de perguntas de pesquisa primária[a]

(Este quadro foi adotado de material publicado pelo Centro de Medicina baseada em Evidência, Oxford, Reino Unido. Para obter mais informações, visite www.cebm.net.)

Tipos de estudo

Nível	Estudos terapêuticos - Investigação dos resultados do tratamento	Estudos prognósticos – Investigação do efeito de característica de um paciente sobre o desfecho da doença	Estudos diagnósticos – Investigação de um exame para diagnóstico	Análises econômicas e de decisão – Desenvolvimento de modelo econômico ou de decisão
I	• Estudo clínico randomizado de alta qualidade com ou sem diferença estatisticamente significante, mas com intervalos de confiança estreitos • Revisão sistemática[b] de ECRC (Estudos clínicos randomizados e controlados) de Nível 1 (e resultados do estudo foram homogêneos[c])	• Estudo prospectivo de alta qualidade[d] (todos os pacientes foram inscritos no mesmo estágio da doença, com > 80% dos pacientes inscritos) • Revisão sistemática [b] de Estudos de Nível I	• Teste de critérios diagnósticos desenvolvidos anteriormente em pacientes consecutivos (com padrão de referência "ouro" aplicado) • Revisão sistemática [b] de Estudos de Nível I	• Custos e alternativas lógicos; valores obtidos de muitos estudos; com análises de sensibilidade de múltiplas vias • Revisão sistemática [b] de Estudos de Nível I
II	• ECRC de menor qualidade (por exemplo, < 80% de acompanhamento, sem mascaramento do código de randomização ou randomização inadequada) • Estudo[e] prospectivo comparativo[d] • Revisão sistemática[b] de Estudos de Nível II ou Nível I com resultados discrepantes	• Estudo retrospectivo [f] • Controles não tratados de um ECRC • Estudo prospectivo de menor qualidade (por exemplo, pacientes inscritos em diferentes estágios da doença ou <80% de acompanhamento) • Revisão sistemática[b] de Estudos de Nível II	• Desenvolvimento de critérios diagnósticos em pacientes consecutivos (com padrão de referência "ouro" aplicado) • Revisão sistemática[b] de Estudos de Nível II	• Custos e alternativas lógicos; valores obtidos de muitos estudos; com análises de sensibilidade de múltiplas vias • Revisão sistemática[b] de Estudos de Nível II
III	• Estudo de caso-controle[g] • Estudo retrospectivo[f] comparativo[e] • Revisão sistemática[b] de Estudos de Nível III	• Estudo de caso-controle[g]	• Estudo de pacientes não-consecutivos; sem padrão de referência "ouro" aplicado uniformemente • Revisão[b] sistemática de Estudos de Nível III • Estudo de caso-controle • Padrão de referência ruim	• Análises baseadas em alternativas e custos limitados; e estimativas ruins • Revisão sistemática[b] de Estudos de Nível III
IV	• Série de casos[h]	• Série de casos	• Estudo de caso-controle • Padrão de referência ruim	• Análises sem análises de sensibilidade
V	Opinião do especialista	Opinião do especialista	Opinião do especialista	Opinião do especialista

[a]Avaliação completa da qualidade de cada estudo requer aquilatação de todos os aspectos do desenho do estudo.
[b]Combinação de resultados de dois ou mais estudos anteriores.
[c]Estudos proporcionaram resultados coerentes.
[d]Estudo iniciou antes de o primeiro paciente ser inscrito.
[e]Pacientes tratados de um modo (por exemplo, artroplastia cimentada de quadril) comparada com um grupo de pacientes tratados de outra maneira (por exemplo, artroplastia não-cimentada de quadril) na mesma instituição.
[f]O estudo iniciou depois da inscrição do primeiro paciente.
[g]Os pacientes identificados para o estudo com base em seu desfecho clínicos, chamados de "casos", por exemplo falha da artroplastia total, são comparados com os pacientes que não tiveram desfechos, chamados "controles", por exemplo, artroplastia total do quadril bem-sucedida.
[h]Pacientes tratados de uma maneira sem grupo de comparação de pacientes tratados de outro modo.

ADAPTATION OF THE FRAILTY INDEX FOR BRAZILIAN PORTUGUESE IN ADULT SPINE DEFORMITY SURGERY

ADAPTAÇÃO PARA O PORTUGUÊS DO BRASIL DO ÍNDICE DE FRAGILIDADE EM CIRURGIA DE DEFORMIDADE DA COLUNA VERTEBRAL DO ADULTO

ADAPTACIÓN PARA PORTUGUÉS DE BRASIL DEL ÍNDICE DE FRAGILIDAD EN CIRUGÍA DE DEFORMIDAD DE LA COLUMNA VERTEBRAL DEL ADULTO

Raphael R Pratali,[1] Carlos F W E Romerio,[2] Murilo T Daher,[3] Rodrigo Amaral,[4] Igor M Cardoso,[5] Charbel Jacob Jr,[5] Emily K Miller,[6] Justin S Smith,[7] Christopher P Ames,[8] Carlos Fernando P S Herrero[9]

1. Hospital do Servidor Público Estadual, São Paulo, SP, Brazil.
2. Instituto de Coluna e Ortopedia de Recife (InCore), Recife, PE, Brazil.
3. Centro de Reabilitação e Readaptação Dr. Henrique Santillo (CRER), Goiânia, GO, Brazil.
4. Instituto de Patologia da Coluna, São Paulo, SP, Brazil.
5. Hospital da Santa Casa de Misericórdia de Vitória, Vitória, ES, Brazil.
6. Stanford University Department of Physical Medicine & Rehabilitation, Palo Alto, CA, USA.
7. University of Virginia Health System, Charlottesville, VA, USA.
8. University of California, San Francisco, CA, USA.
9. Universidade de São Paulo (USP), Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, SP, Brazil.

ABSTRACT

Objectives: To adapt the adult spinal deformity frailty index (ASD-FI), which was presented as an instrument for stratification of risk of surgical complications, for application in the Brazilian population. Methods: This is a consensus-building study, following the Delphi method, in which a team of six Brazilian spine surgery specialists worked alongside the International Spine Study Group (ISSG), the group responsible for preparing the original version of the ASD-FI, in order to adapt the index for the Brazilian population. The variables to be included in the new version, as well as the translation of the terminology into Portuguese, were evaluated and a consensus was considered to have been reached when all (100%) of the Brazilian experts were in agreement. Results: A version of the ASD-FI was created, composed of 42 variables, with the inclusion of two new variables that were not included in the original version. The new version was then back translated into English and approved by the ISSG members, resulting in the adapted version of the ASD-FI for the Brazilian population. Conclusion: This study presents an adapted version of the adult spinal deformity frailty index for the Brazilian population, for the purpose of risk stratification in the surgical treatment of these complex deformities. ***Level of evidence II; Study of adaptation of a valid score.***

Keywords: Aging; Frailty; Scoliosis; Complications.

RESUMO

Objetivos: Adaptar o Índice de Fragilidade para Deformidade da Coluna Vertebral do Adulto (IF-DCVA), apresentado como instrumento para estratificação de risco para complicações cirúrgicas, para aplicação na população brasileira. Métodos: Trata-se de um estudo de criação de consenso, seguindo o método Delphi, em que uma equipe de seis especialistas brasileiros em cirurgia da coluna trabalhou em conjunto com o International Spine Study Group (ISSG), grupo responsável pelo desenvolvimento da versão original do IF-DCVA, a fim de adaptar o índice para a população brasileira. As variáveis a serem incluídas na nova versão, assim como a tradução da terminologia para o português foram avaliadas e foi considerado consenso quando todos (100%) os especialistas brasileiros chegaram a um acordo. Resultados: Uma versão do IF-DCVA foi criada, composta por 42 variáveis, com a inclusão de duas novas variáveis que não faziam parte da versão original. A nova versão foi, então, retrotraduzida para o inglês e aprovada pelos membros do ISSG, resultando na versão adaptada do IF-DCVA para a população brasileira. Conclusões: O presente estudo apresenta uma versão adaptada do Índice de Fragilidade para Deformidade da Coluna Vertebral do Adulto para a população brasileira com o objetivo de avaliar a estratificação de risco no tratamento cirúrgico dessas deformidades complexas. ***Nível de evidência II; Estudo de adaptação de um escore válido.***

Descritores: *Envelhecimento; Fragilidade; Escoliose; Complicações.*

RESUMEN

Objetivos: Adaptar el Índice de Fragilidad para Deformidad de la Columna Vertebral del Adulto (IF-DCVA), presentado como instrumento para estratificación de riesgo para complicaciones quirúrgicas, para aplicación en la población brasileña. Métodos: Se trata de un estudio de creación de consenso, siguiendo el método Delphi, en el que un equipo de seis especialistas brasileños en cirugía de columna trabajó junto con el International Spine Study Group (ISSG), grupo responsable por el desarrollo de la versión original de IF-DCVA, a fin de adaptar el índice para la población brasileña. Las variables a ser incluidas en la nueva versión, así como la traducción de la terminología para el portugués de Brasil fueron evaluadas y se consideró consenso cuando todos (100%) los especialistas brasileños llegaron a un acuerdo. Resultados: Fue creada una versión del IF-DCVA, compuesta por 42 variables, con la inclusión de dos nuevas variables que no formaban

Multicenter Study conducted by the Brazilian Spine Study Group (BSSG) in partnership with the International Spine Study Group (ISSG).
Correspondence: Raphael de Rezende Pratali. Rua Borges Lagoa, 1755, Sala 180, Vila Clementino, São Paulo, SP, Brazil. 04038-034. pratalir@gmail.com

CC BY

http://dx.doi.org/10.1590/S1808-185120201903233268

Received on 01/22/2020 accepted on 02/19/2020

parte de la versión original. La nueva versión fue entonces retrotraducida al inglés y aprobada por los miembros del ISSG, lo que resultó en la versión adaptada del IF-DCVA para la población brasileña. Conclusiones: El presente estudio presenta una versión adaptada para la población brasileña del Índice de Fragilidad para la Deformidad de la Columna Vertebral del Adulto, con el objetivo de evaluar la estratificación de riesgo en el tratamiento quirúrgico de esas deformidades complejas. ***Nivel de evidencia II; Estudio de adaptación de una escala válida.***

Descriptores: *Envejecimiento; Fragilidad; Escoliosis; Complicaciones.*

INTRODUCTION

Interest in the treatment of adult spinal deformity (ASD) has increased in recent years. One reason for this is the global trend of population aging and the consequent increase in these deformities.[1] It is recognized that ASD can lead to severe functional disability[1-3] and it is not uncommon for patients to seek surgical treatment.[4] However, the rate of complications related to surgical treatment of ASD is relatively high,[5-7] and the preoperative recognition of associated risk factors is important.

Frailty is a relatively new clinical diagnosis that is characterized by a reduction in physiological function, leading to greater vulnerability to the development of diseases and death.[8] This vulnerability may occur at different times in different people, with a discrepancy between physiological age and chronological age. Therefore, the evaluation of frailty has been used to quantify the individual's physiological age, in order to more accurately predict functional decline as compared to chronological age.[8]

Recently, frailty has been used as an important predictor of the risk of complications and adverse events related to surgery.[9-11] Some methods used to quantify an individual's frailty were developed and validated,[12-14] and a methodology for creating specific frailty quantification indices for a given population has been developed.[14] Following this methodology, an index to quantify frailty was developed in order to stratify the risk of patients undergoing surgical treatment for ASD, using a multicenter database of North American services.[15] Subsequently, this index was validated internationally, including with patients from European services.[16] Both studies showed a significant correlation with the rate of complications, reoperation and prolonged hospitalization.

The objective of the present study was to adapt the frailty index in the surgical treatment of ASD (ASD-FI) for application in the Brazilian population.

METHODS

This is a consensus study, following the Delphi method[17,18] in which a team of six Brazilian spine surgery specialists, with experience in the treatment of ASD, worked alongside the International Spine Study Group (ISSG), the group responsible for preparing the original version of the ASD-FI, in order to adapt the index for the Brazilian population. As this is a consensus building study involving adaptation of a score, and does not involve the data of any individual patient, it was not necessary to submit the study to the research ethics committee, and neither was an informed consent form necessary.

The original English version comprises forty variables (Table 1) to be scored in a binary manner, i.e. present or absent.[15] The mean score of all the variables calculated results in the frailty index, with scores ranging from 0 to 1. Patients with scores below 0.3 are considered not frail; those with scores between 0.3 and 0.5 are considered frail, and those with scores above 0.5 are considered severely frail.[15] Initially, each Brazilian specialist, working individually and independently, developed their version of the ASD-FI, using the variables that applied to the context of patients in their practice, as well as the terminology in Portuguese to be used. Based on the original English version, each specialist was asked to exclude any variable that they did not consider applicable to the Brazilian population, and to include any they considered important but that were not included in the original version.

The six resulting versions were compared, and the divergences and discrepancies were discussed in videoconferencing sessions, followed by a final face-to-face meeting to complete the version adapted for the Brazilian population. A consensus was reached when all six specialists agreed on the inclusion or exclusion of a variable and on the Portuguese terminology to be used. This first version of the ASD-FI adapted for the Brazilian population was back translated into English by a bilingual translator, fluent in Portuguese but whose native language was English, and unaware of the concepts used. The back translated version of the ASD-FI was sent to the ISSG members for their approval.

Table 1. Original variables of the Adult Spinal Deformity Frailty Index.[15]

Health Deficits
Documented by physician
3 Medical problems
Body mass index <18.5 or >30 kg/m2
Cancer
Cardiac disease
Currently on disability
Depression
Diabetes
Hypertension
Liver disease
Lung disease
Osteoporosis
Peripheral vascular disease
Previous blood clot (deep vein thrombosis/pulmonary embolism/stroke)
Smoking status
Patient-reported (questionnaire, question no.)
Bladder incontinence
Bowel incontinence
Deteriorating health this year (SF-36v2, 2)
Difficulty climbing 1 flight of stairs (SF-36v2, 3e)
Difficulty driving a car (LSDI, 3)
Difficulty getting dressed (SF-36v2, 3j; LSDI, 1/2)
Difficulty getting in/out of bed (LSDI, 6)
Difficulty sleeping >6 hours (ODI, 7)
Difficulty walking 100 yards (SF-36v2, 3i)
Difficulty with light activity (SF-36v2, 3b)
Feeling downhearted/depressed most of the time (SF-36v2, 9f; SRS-22r, 16)
Feeling tired most of the time (SF-36v2, 9i)
Feeling worn out most of the time (SF-36v2, 9g)
General health: fair/poor (SF-36v2, 1)
Inability to bathe without assistance (SF-36v2, 3j; LSDI, 8)
Inability to cheer up often (SF-36v2, 9c; SRS-22r, 7)
Inability to do normal work/schoolwork/housework (ODI, 10; SRS-22r, 9/12)
Inability to lift heavy objects (SF-36v2, 3c; ODI, 3)
Inability to travel >1 hour (ODI, 9)
Inability to walk without assistive device (ODI, 4)
Leg weakness
Loss of balance
Not in excellent health (SF-36v2, 11d)
Personal care dependency (ODI, 2)
Restricted activity level (SRS-22r, 5)
Restricted social life (ODI, 8; SRS-22r, 14/18)

LSDI indicates Lumbar Stiffness Disability Index; ODI, Oswestry Disability Index; SF-36v2, Short Form-36, version 2; SRS-22r, Scoliosis Research Society-22r questionnaire.

RESULTS

There were wide discrepancies among the six versions elaborated by the Brazilian specialists, particularly in regard to the Portuguese terminology used for the suggested variables. A professional with a degree in Portuguese helped to determine the most appropriate terminology and grammar to be used, until a consensus was reached among all the experts.

Concerning the variables suggested by the Brazilian experts, none of their versions excluded any item from the original version of the ASD-FI. However, some included variables that do not appear in the original version. These variables were discussed at the meetings between the specialists, and the opinions of the ISSG members were also considered. Finally, the inclusion of two new variables was agreed by consensus, making a total of 42 variables in the version adapted for the Brazilian population (Appendix Table 1).

The division of factors between "documented by the physician" based on medical records or patient history, and "reported by the patient" was maintained, from the response to a questionnaire with questions derived from the following questionnaires, translated and validated into Brazilian Portuguese: the Oswestry Disability Index (ODI), Scoliosis Research Society-22 (SRS-22) and the Lumbar Stiffness Disability Index (LSDI).[19-21] The binary score (present or absent) for each variable was maintained, as was the categories of scores indicating not frail patients (less than 0.3), frail (between 0.3 and 0.5) and severely frail (between 0.5 and 1). As proposed in the original English version of the ASD-FI, at least 75% of the variables must be completed in order to validate the individual's frailty INDEX score. Thus, in the version adapted for the Brazilian population, 32 variables must be completed.

DISCUSSION

The rate of complications associated with surgical treatment of ASD is known to be high.[5-7] Risk stratification is therefore crucial for planning the surgical strategy, including the use or non-use of osteotomies and postoperative management.[15] Recently, it has been demonstrated that identifying frailty in patients with ASD is associated with an increased rate of complications, reoperation and length of hospital stay.[15,16] The ASD-FI can be used as a tool for risk stratification, based on the patient's physiological status and comorbidities rather than on chronological age.

The original version of the ASD-FI, developed by the ISSG, followed the method proposed by Searle and collaborators,[14] based on the concept that the number of health problems should be considered in order to determine and quantify an individual's frailty. Such health problems should be identified in order to determine the functional capacity for daily activities, such as mobility, cognitive, mood, and medical comorbidities. The variables of the frailty index relate to health problems, and their prevalence should follow these criteria: increase with age, be related to health status, and not be depleted early.[14,15]

The ASD-FI includes forty variables, selected according to the above principles. An individual's state of frailty is attributed a score, based on the sum total of health problems and functional deficits.[15] Working alongside the members of the ISSG responsible for the elaboration of the ASD-FI, this study aimed to adapt the index for the Brazilian population, in order to universalize its use as an instrument of risk stratification in ASD surgery. For this adaptation, a panel of specialists in the surgical treatment of ASD met to determine, through consensus, the variables to be included and that would represent the most frequent health problems in the practice of these Brazilian specialists.

The forty variables that make up the original version were maintained and, by consensus among the Brazilian experts, two variables were added in the version adapted for the Brazilian population. These variables followed the criteria proposed by Searle and collaborators,[14] discussed above, and were accepted by the ISSG members. The two new variables included were: Nervous System Disease and Hypoalbuminemia. Nervous System Disease can be exemplified by Parkinsonism, which has increased prevalence with age and is recognized as being associated with spinal deformity and higher rates of surgical complications.[22,23] Albumin is the most abundant plasma protein, and hypoalbuminemia, recognized as a serum dose lower than 3.5 g/dL, is one of the main indicators of malnutrition.[24,25] The prevalence of hypoalbuminemia also increases with aging.[25] The rate of complications in spine surgery is directly linked to malnutrition,[26] which is why hypoalbuminemia research, as a marker of malnutrition, was included in the version of the ASD-FI adapted for the Brazilian population.

The main limitation of the present study is that the adapted version of the ASD-FI for the Brazilian population was not tested as a tool for risk stratification in ASD surgery. In both studies, both the original version of the index and the external validation version for the European population were considered retrospective data to demonstrate the correlation between increased chance of complications and more prolonged hospitalization times and more severe patient frailty.[15,16] Considering that the epidemiological profiles of patients undergoing surgical treatment for ASD are similar (generally older individuals with comorbidities) and the complexity of the surgical procedures, it is hypothesized that the correlation found in previous studies, between frailty and increased rate of complications, is comparable to that found for the adapted version for the Brazilian population of the ASD-FI. However, we could not analyze this factor due to the lack of adequate retrospective database, but we intend to perform this analysis prospectively in future studies.

CONCLUSION

This study presents an adapted version for the Brazilian population of the adult spinal deformity frailty index (ASD-FI), for the purpose of risk stratification in the surgical treatment of these complex deformities and procedures.

Conflicts of interest: In relation to the manuscript titled "Adaptation of the frailty index for Brazilian Portuguese in adult spine deformity surgery", the author Justin S Smith declares the following conflicts of interest: Grants for Speaking/teaching arrangements from Zimmer Biomet, NuVasive and K2M; as Consultant from Zimmer Biomet, Nuvasive and K2M; Research Study group funding from DePuy Synthes; fellowship funding from NREF and AOSpine. The author Christopher P Ames declares the following conflicts of interest: Grants as royalties from Stryker, Biomet Zimmer Spine, DePuy Synthes, Nuvasive, Next Orthosurgical, K2M and Medicrea; as consulting from DePuy Synthes, Medtronic, Stryker, Medicrea, K2M and Biomet Zimmer; research funding from Titan Spine, DePuy Synthes and ISSG; grant funding from SRS; he is member of Editorial Board of Operative Neurosurgery, executive committee of the ISSG and director of Global Spinal Analytics.

CONTRIBUTION OF THE AUTHORS: Each author made significant individual contributions to this manuscript. RRP conceived and designed the study, participated in the adaptation of the frailty index for Brazilian population and was responsible for the data analysis and drafting the manuscript. MTD participated in the adaptation of the frailty index for Brazilian population and was responsible for the data analysis. CFWER helped draft the manuscript. RA, IMC and CJ participated in the adaptation of the frailty index for the Brazilian population. EKM and JSS conceived and designed the study and approved the back translation of the frailty index into English. CPA conceived and designed the study. CFPSH conceived and designed the study, and was responsible for the data analysis and critical revision of the manuscript. All the authors reviewed the final version of the manuscript before its submission.

REFERENCES

1. Pratali R, Diebo B, Schwab F. Adult Spine Deformity – An overview of radiographic and clinical considerations. Coluna/Columna. 2017;16(2):149-52.
2. Bess S, Line B, Fu KM, McCarthy I, Lafage V, Schwab F, et al. The health impact of symptomatic Adult Spinal Deformity: Comparison of deformity types to United States population norms and chronic diseases. Spine (Phila Pa 1976). 2016;41(3):224-33.
3. Pellisé F, Vila-Casademunt A, Ferrer M, Domingo-Sàbat M, Bagó J, Pérez-GruesoFJ, et al. Impact on health related quality of life of adult spinal deformity (ASD) compared with other chronic conditions. Eur Spine J. 2015;24(1):3–11.
4. Smith JS, Lafage V, Shaffrey CI, Schwab F, Lafage R, Hostin R, et al. Outcomes of Operative and Nonoperative Treatment for Adult Spinal Deformity: A Prospective, Multicenter, Propensity-Matched Cohort Assessment With Minimum 2-Year Follow-up. Neurosurgery. 2016;78(6):851-6.
5. Smith JS, Sansur CA, Donaldson III WF, Perra JH, Mudiyam R, Choma TJ, et al. Short-term morbidity and mortality associated with correction of thoracolumbar fixed sagittal plane deformity A report from the Scoliosis Research Society Morbidity and Mortality Committee. Spine (Phila Pa 1976). 2011;36(12):958-64.
6. Kelly MP, Lenke LG, Shaffrey CI, Ames CP, Carreon LY, Lafage V, et al. Evaluation of complications and neurological deficits with three-column spine reconstructions for complex spinal deformity: a retrospective Scoli-RISK-1 study. Neurosurg Focus. 2014;36(5):E17.
7. Pratali RR, Martins SM, Santos FPE, Barsotti CEG, Oliveira CEAS. The use of three-column osteotomy in the treatment of rigid deformities of the adult spine. Rev Bras Ortop. 2018;53(2):213-20.
8. Morley JE, Vellas B, van Kan GA, Anker SD, Bauer JM, Bernabei R, et al. Frailty consensus: a call to action. J Am Med Dir Assoc. 2013;14(6):392-7.
9. Farhat JS, Velanovich V, Falvo AJ, Horst HM, Swartz A, Patton JH Jr, et al. Are the frail destined to fail? Frailty index as predictor of surgical morbidity and mortality in the elderly. J Trauma Acute Care Surg. 2012;72(6):1526-30; discussion 30-1.
10. Joseph B, Pandit V, Sadoun M, Zangbar B, Fain MJ, Friese RS, et al. Frailty in surgery. J Trauma Acute Care Emerging. 2014;76(4):1151-6.
11. Kim SW, Han HS, Jung HW, Kim KI, Hwang DW, Kang SB, et al. Multidimensional frailty score for the prediction of postoperative mortality risk. JAMA Surg. 2014;149(7):633-40.
12. Cigolle CT, Ofstedal MB, Tian Z, Blaum CS. Comparing models of frailty: the Health and Retirement Study. J Am Geriatr Soc. 2009;57(5):830–9.
13. Clegg A, Young J, Iliffe S, Rikkert MO, Rockwood K. Frailty in elderly people. Lancet. 2013;381(9868):752–62.
14. Searle SD, Mitnitski A, Gahbauer EA, Gill TM, Rockwood K. A standard procedure for creating a frailty index. BMC Geriatr. 2008;8:24.
15. Miller EK, Neuman BJ, Jain A, Daniels AH, Ailon T, Sciubba DM, et al. An assessment of frailty as a tool for risk stratification in adult spinal deformity surgery. Neurosurg Focus. 2017;43(6):E3.
16. Miller EK, Vila-Casademunt A, Neuman BJ, Sciubba DM, Kebaish KM, Smith JS, et al. External validation of the adult spinal deformity (ASD) frailty index (ASD-FI). Eur Spine J. 2018;27(9):2331-8.
17. Hsu CS, Sandford BA. The Delphi technique: making sense of consensus. Pract Assess Res Eval. 2007;12(10):1-8.
18. Pratali RR, Hennemann SA, Amaral R, Da Silva LECT, De Carvalho MOP, Daher MT, et al. Standardized terminology of adult spine deformity for Brazilian Portuguese. Coluna/Columna. 2015;14(4):281-5.
19. Vigatto R, Alexandre NM, Correa Filho HR. Development of a Brazilian Portuguese version of the Oswestry Disability Index: cross-cultural adaptation, reliability, and validity. Spine (Phila Pa 1976). 2007;32(4):481-6.
20. Carriço G, Meves R, Avanzi O. Cross-cultural adaptation and validity of an adapted Brazilian Portuguese version of Scoliosis Research Society-30 questionnaire. Spine (Phila Pa 1976). 2012;37(1):E60-3.
21. Guarconi Netto A, Marchi L, Pokorny G, Amaral R, Jensen R, Pratali R, et al. Cross-cultural translation and adaptation of the lumbar stiffness disability questionnaire (LSDI) for Brazilian. Coluna/Columna. 2019;18(2). (Ahead of print)
22. Oichi T, Chikuda H, Ohya J, Ohtomo R, Morita K, Matsui H, et al. Mortality and morbidity after spinal surgery in patients with Parkinson's disease: a retrospective matched-pair cohort study. Spine J. 2017;17(4):531-7.
23. Bouyer B, Scemama C, Roussouly P, Laouissat F, Obeid I, Boissière L, et al. Evolution and complications after surgery for spine deformation in patients with Parkinson's disease. Orthop Traumatol Surg Res. 2017;103(4):517-22.
24. Franch-Arcas G. The meaning of hypoalbuminaemia in clinical practice. Clin Nutr. 2001;20(3):265-9.
25. Santos Neto DB, Pratali R, Martins SM, Barsotti CEG, Oliveria CE. Nutritional and vitamin D status in a Brazilian sample of patients undergoing spinal surgery. Global Spine Journal. 2017;6(1 suppl):s-0036-1582923.
26. Lenke LG, Bridwell KH, Blanke K, Baldus C. Prospective analysis of nutritional status normalization after spinal reconstructive surgery. Spine (Phila Pa 1976). 1995;20(12):1359-67.

Appendix Table 1. Variables resulting from the process of translation of the Adult Spinal Deformity Frailty Index for Brazilian Portuguese.

Índice de Fragilidade para cirurgia na Deformidade da Coluna Vertebral do Adulto.
Cada um destes itens, se presente, recebe 1 ponto. Caso contrário 0. Faça a média (não considere os itens não reportados).
Itens documentados pelo médico (Prontuário Médico)
• IMC>30 ou <25
• 3 comorbidades
• Diabetes
• Câncer
• Doença cardíaca
• Hipertensão Arterial Sistêmica (HAS)
• Doença Renal
• Doença hepática
• Doença pulmonar
• Evento tromboembólico prévio (trombose venosa profunda/embolia pulmonar/acidente vascular cerebral)
• Osteoporose
• Tabagismo
• Doença vascular periférica
• Depressão
• Hipoalbuminemia (Albumina sérica <3.5 g/dL)
• Doença do Sistema Nervoso
Itens relatados pelo paciente (questionário; nº da questão)
1. Incontinência fecal
2. Fraqueza nas pernas
3. Incontinência urinária
4. Perda do equilíbrio
5. Paciente incapacitado para o trabalho
6. Piora da saúde no último ano (SF-36; questão 2; pontuação 0,1,2)
7. Dificuldade para subir 1 lance de escada (SF-36; questão 3e; pontuação 0,1,2)
8. Dificuldade para dirigir carro (LSDI; questão 3 Carro; pontuação 3,4,5)
9. Dificuldade para se vestir (SF-36; questão 3j; pontuação 0,1,2 E/OU LSDI; questão 1 Vestir-se; pontuação 3,4,5 E/OU LSDI; questão 2 Vestir-se; pontuação 3,4,5)
10. Dificuldade para deitar ou levantar da cama (LSDI; questão 6 Cama; pontuação 3,4,5)
11. Dificuldade para dormir > 6 horas (ODI; questão 7 Dormir; pontuação 3,4,5)
12. Dificuldade para caminhar sem auxílio de bengala ou muleta ou andador (SF- 36; questão 3i; pontuação 0,1,2 E/OU ODI; questão 4 Andar; pontuação 3,4,5)
13. Dificuldade para atividades leves (SF-36; questão 3b; pontuação 0,1,2)
14. Sentindo-se desanimado ou deprimido a maior parte do tempo (SF-36; questão 9f; pontuação 0,1,2 E/OU SRS22r; questão 16; pontuação 2,1)
15. Sentindo-se cansado a maior parte do tempo (SF-36; questão 9i; pontuação 0,1,2)
16. Sentindo-se esgotado a maior parte do tempo (SF-36; questão 9g; pontuação 0,1,2)
17. Saúde geral: ruim/muito ruim (SF-36; pontuação 1; pontuação 4/5)
18. Incapacidade de tomar banho sem auxílio (SF-36; questão 3j; pontuação 0,1,2 E/OU LSDI; questão 8 Tomar banho; pontuação 3,4,5)
19. Incapacidade de se animar com frequência (SF-36; questão 9c; pontuação 0,1,2 E/OU SRS22r; questão 7; pontuação 2,1)
20. Incapacidade para realizar atividades regulares no trabalho/escolares/domésticas (ODI; questão 10 Emprego; pontuação 3,4,5 E/OU SRS22r; questão 9; pontuação 2,1 E/OU SRS22r; questão 12; pontuação 2,1)
21. Incapacidade de levantar objetos pesados (SF-36; questão 3c; pontuação 0,1,2 E/OU ODI; questão 3 Levantar peso; pontuação 3,4,5)
22. Incapacidade de se locomover > 1 hora (ODI; questão 9 Locomoção; pontuação 3,4,5)
23. Saúde não excelente (SF-36; questão 11d; pontuação 4/5)
24. Dependência para cuidados pessoais (ODI; questão 2 Cuidados pessoais; pontuação 3,4,5)
25. Restrição do nível de atividade (SRS22r; questão 5; pontuação 2,1)
26. Restrição da vida social (ODI; questão 8 Vida pessoal; pontuação 3,4,5 E/OU SRS22r; questão 14; pontuação 2,1 E/OU SRS22r; questão 18; pontuação 2,1)

LSDI: Lumbar Stiffness Disability Index; ODI: Oswestry Disability Index; SF-36: Short Form-36; SRS-22, Scoliosis Research Society-22.
Eu classifico a pessoa como não-frágil (pontuação menor que 3 ou 0,3), frágil (3-5 ou 0,3-0,5) e gravemente frágil (maior que 5 ou 0,5).
Se o paciente tiver menos que 32 variáveis preenchidas, do total das 42, ele não poderá ser classificado pelo escore de fragilidade.

ANÁLISE INTRA E INTEROBSERVADOR DE POSICIONAMENTO DE PARAFUSOS PEDICULARES EM CORREÇÃO DE ESCOLIOSE

INTRA- AND INTEROBSERVER ANALYSIS OF PEDICLE SCREW PLACEMENT IN SCOLIOSIS CORRECTION

ANÁLISIS INTRA E INTEROBSERVADOR DE POSICIONAMIENTO DE TORNILLOS PEDICULARES EN CORRECCIÓN DE ESCOLIOSIS

Caíque Jauhar de Castro,[1] Luis Eduardo Carelli Teixeira da Silva,[1,2,3] Luiz Eduardo Almeida,[1,2] Alderico Girão Campos de Barros,[1] Robson Teixeira Vital,[1,3] Márcia Maria Rodrigues Jardim,[3] Giuliana Vasconcelos de Souza Fonseca[4]

1. Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia (INTO), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
2. Instituto da Coluna Vertebral do Rio de Janeiro (INCOL), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
3. Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Programa de Pós- Graduação em Neurologia (PPGNEURO- UNIRIO), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
4. Instituto de Pesquisas Biomédicas do Hospital Naval Marcílio Dias (IPB HNMD), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

RESUMO

Objetivo: Estabelecer a concordância estatística interobservadores e intraobservadores do posicionamento de parafusos pediculares torácicos em cirurgia de escoliose, com intervalo de quatro semanas entre as duas análises. Métodos: Com 55 pacientes, que avalia as concordâncias intra e interobservador da posição dos parafusos (segundo a classificação de Abul-Kasim), utilizando o coeficiente de Kappa. Resultados: A concordância intraobservador variou entre 0,516 e 0,889 ("moderada" a "quase perfeita") de coeficiente Kappa, entre análises com intervalo de quatro semanas. A concordância interobservador variou entre 0,379 e 0,633 ("razoável" a "forte"). Conclusões: A concordância intraobservador foi sempre maior que a interobservador. Nenhum coeficiente de concordância foi classificado como "insuficiente" ou "fraco". ***Nível de Evidência III; Estudo retrospectivo.***

Descritores: Escoliose; Parafusos Pediculares; Deformidade da Coluna.

ABSTRACT

Objective: To establish the statistical interobserver and intraobserver concordance of thoracic pedicle screw placement in scoliosis surgery, with a 4-week interval between the two analyses. Methods: Of 55 patients that evaluated the intra- and interobserver concordances of the screw positions (according to the Abul-Kasim classification) using the Kappa coefficient. Results: The intraobserver concordance ranged from a Kappa coefficient of 0.516 to 0.889 ("moderate" to "almost perfect") between the two analyses performed four weeks apart. Interobserver concordance ranged from 0.379 to 0.633 ("reasonable" to "strong"). Conclusion: The intraobserver concordance was always greater than the interobserver concordance. No concordance coefficient was classified as "insignificant" or "weak". ***Level of Evidence III; Retrospective study.***

Keywords: *Scoliosis; Pedicle Screws; Spine Deformity.*

RESUMEN

Objetivo: Establecer la concordancia estadística interobservadores e intraobservadores del posicionamiento de tornillos pediculares torácicos en cirugía de escoliosis, con intervalo de cuatro semanas entre los dos análisis. Métodos: Estudio de cohorte retrospectivo (nivel con 55 pacientes, que evalúa las concordancias intra e interobservador de la posición de los tornillos (según la clasificación de Abul-Kasim), usando el coeficiente de Kappa. Resultados: La concordancia intraobservador varió entre 0,516 y 0,889 ("moderada" a "casi perfecta"), de coeficiente Kappa, entre análisis con intervalo por 4 semanas. La concordancia interobservador varió entre 0,379 y 0,633 ("razonable" a "fuerte"). Conclusiones: La concordancia intraobservador fue siempre mayor que la interobservador. Ningún coeficiente de concordancia fue clasificado como "insuficiente" o "débil". ***Nivel de Evidencia III; Estudio retrospectivo.***

Descriptores: *Escoliosis; Tornillos Pediculares; Deformidad de la Columna.*

INTRODUÇÃO

As deformidades da coluna vertebral são definidas como alterações no eixo dos planos coronal ou das curvaturas fisiológicas que compõem o alinhamento sagital. Dentro desse grupo de doenças, destaca-se epidemiologicamente o grupo das escolioses, com etiologia variada, e com tratamento inicialmente conservador, que não raro evolui para a necessidade de intervenção cirúrgica.[1-3]

Muitos procedimentos cirúrgicos já foram descritos desde a metade do século XX, desde as artrodeses sem instrumentação com colete gessado de Risser,[4] evoluindo às hastes de Harrington em 1962,[5] uso de amarrias sublaminares por Luque[6] e Allen-Fergunson[7] e de ganchos, até a mais recente utilização de parafusos pediculares.

Estudo realizado no Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia - RJ, Brasil.
Correspondência: Caique Jauhar de Castro. Rua Professor Gastão Bahiana, 429, apto 307, Lagoa, Rio de Janeiro, Brasil. caiquejdecastro@gmail.com

CC BY

http://dx.doi.org/10.1590/S1808-185120201903224255

Recebido em 20/05/2019 aceito em 13/12/2019

Inicialmente descritos por Roy-Camille,[8] e conectados a placas para doenças estritamente lombares, tais parafusos tiveram sua utilização aprimorada e voltada para correção de escoliose por autores como Suk.[9]

O uso dos parafusos pediculares para o tratamento cirúrgico de deformidades da coluna vertebral vem há anos sendo considerado o padrão-ouro, quando comparados aos antigos métodos de fixação, como amarrias e ganchos. Seu potencial de correção tridimensional, de manutenção da correção e de poupar níveis de artrodese fizeram seu uso tornar-se popular.[10,11]

Com esse advento, a segurança da inserção passou a ser uma das preocupações primordiais e muitos estudos detalhados foram publicados, confirmando a segurança, primeiramente em vértebras lombares, e mais tarde em vértebras torácicas de pacientes com deformidades escolióticas.[10-13]

Algumas séries mostram risco de mau-posicionamento de implantes na coluna torácica de pacientes com escoliose entre 1,5 até mesmo 43%,[14,15] no entanto com pequeno índice de repercussão neurológica, entre 0 a 0,9%.[16-20]

Para averiguação de posicionamento dos implantes, utilizamos controle tomográfico pós-operatório em cortes axiais que permitam empregar a scrição de Abul-Kasim[21] (Figura 1) para avaliar a relação parafuso-pedículo, permitindo classifica-los tanto em posição considerada "normal", quanto em mau-posicionamento, "lateral" ou "medial" aos limites corticais dos pedículos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Esse estudo de coorte retrospectivo e observacional, em 55 pacientes submetidos a tratamento cirúrgico de escoliose, em duas instituições (mas com mesma equipe de cirurgiões), utilizando parafusos pediculares, por via de acesso posterior, entre 2016 e 2019.

No total, 47 pacientes tinham o diagnóstico de escoliose idiopática, quatro de escoliose congênita, um de neuromuscular e três com escoliose sindrômica. A idade variou entre 10 e 50 anos, sendo 11 pacientes masculinos e 44 do sexo feminino. Curvas variaram de 41 a 120 graus na medição pelo método de Cobb.

Uma amostra de 810 parafusos, inseridos com técnica *"free-hand"* ou com auxílio de intensificador de imagem, em um total de 55 pacientes, foi alcançada para que houvesse um valor estatístico significativo e que correspondesse o mais fidedignamente possível a realidade.

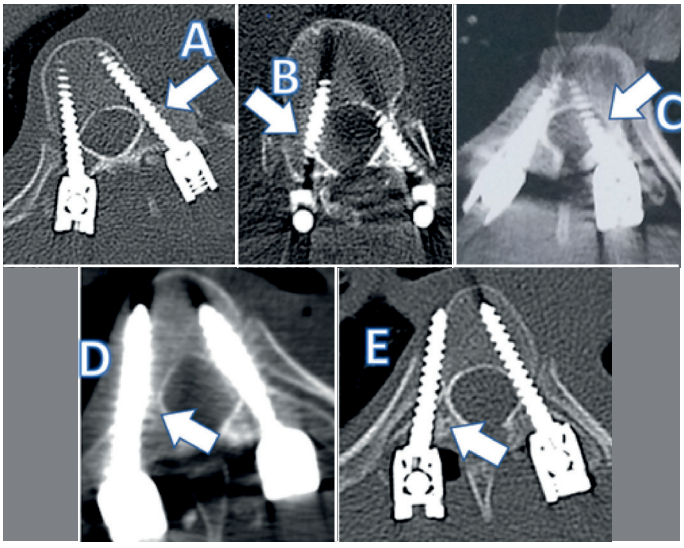

Figura 1. Classificação de Abul-Kasim: A) Posicionamento correto do parafuso pedicular. Na visão axial permanece confinado as paredes do pedículo e na reconstrução sagital não perfura a placa terminal superior e não perfura o forame intervertebral. B) Perfuração cortical medial do pedículo Grau I, com mais de ½ do parafuso medial a cortical medial do pedículo. C) Perfuração cortical medial do pedículo Grau II, com parafuso totalmente medial a cortical medial do pedículo. D) Perfuração cortical lateral do pedículo Grau I, com mais de ½ do parafuso lateral a cortical lateral do pedículo. E) Perfuração cortical lateral do pedículo Grau II, com parafuso totalmente lateral a cortical lateral do pedículo.

A mesma equipe de cirurgiões foi responsável por todas as inserções dos parafusos, bem como as manobras de correção das curvas.

As cirurgias foram realizadas pelo acesso longitudinal posterior, e subsequente descolamento muscular subperiosteal dos níveis necessários para a correção. A instrumentação pedicular foi realizada sob a técnica "*free-hand*" ou auxiliada por radioscopia, quando necessário. O diâmetro dos parafusos pediculares de titânio variaram entre 4.0 e 6.5mm.

A avaliação do posicionamento desses implantes utilizou-se de tomografias pós-operatórias, e foi feita por três ortopedistas com treinamento de, no mínimo, dois anos em cirurgias de deformidade de coluna vertebral. A classificação de Abul-Kasim foi tomada como referência para estabelecer tanto o posicionamento ideal quanto para graduar os erros de implantação. Todos os parafusos foram analisados pelos três observadores em duas ocasiões separadas por quatro semanas.

A análise posicional dos parafusos em relação aos pedículos foi realizada com a classificação de "NORMAL"(N), "PERFURAÇÃO MEDIAL GRAU I" (M1), "PERFURAÇÃO MEDIAL GRAU II" (M2), PERFURAÇÃO LATERAL GRAU I" (L1) E "PERFURAÇÃO LATERAL GRAU II" (L2), pelos três cirurgiões observadores, conforme a descrição de Abul-Kasim.[21] (Figura 1) As tomografias analisadas para essa classificação, se encontravam no arquivo digital dos prontuários dos pacientes e são feitos de rotina em todo pós-operatório de correção de escoliose, como uma forma de "*standart of care*",[22] mediante o fato de que não somente a inserção errática pode acontecer, mas também o deslocamento no tempo cirúrgico da derrotação (para correção da escoliose), que pode levar ao fenômeno de "*plowing*" com concomitante lesão de uma das paredes corticais do pedículo.[23,24] Os pedículos torácicos foram identificados no plano axial em seu istmo, as imagens foram separadas e organizadas em uma apresentação de power point para a melhor avaliação dos observadores.

Os resultados foram analisados estatisticamente com o grau de concordância avaliado pelos métodos *kappa* com pesos quadráticos (Fleiss-Cohen).[25-29] Este coeficiente é estipulado para descrever a concordância entre dois ou mais observadores quando se realiza uma avaliação nominal ou ordinal de uma mesma amostra. Por este método, valores menores que zero são tidos como insignificantes; de zero a 0,2 como fracos; de 0,21 a 0,4 como razoáveis; de 0,4 a 0,6 como moderados; 0,6 a 0,8 como fortes e acima de 0,8 como quase perfeitos, conforme Tabela 1.

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do serviço responsável (INTO), com o número CAAE 70885517.4.00005273 e incluído na Plataforma Brasil. Foi dispensado o uso de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido aos pacientes, mediante o uso de informações já contidas no arquivo digital do Instituto, sendo substituído pelo Termo de Responsabilidade e ética do examinador.

Tabela 1. Interpretação do coeficiente de concordância Cohen's kappa.

Valor de Kappa	Interpretação
Menor que zero	Insignificante (poor)
Entre 0 e 0,2	Fraca (slight)
Entre 0,21 e 0,4	Razoável (fair)
Entre 0,41 e 0,6	Moderada (moderate)
Entre 0,61 e 0,8	Forte (substantial)
Entre 0,81 e 1	Quase perfeita (almost perfect)

RESULTADOS

As Tabelas 2 e 3 fornecem a frequência (n) e o percentual (%) das classificações de Abul-Kasim da colocação dos parafusos nos pedículos, côncavos e convexos, respectivamente, das duas avaliações, dos três observadores. Alguns observadores classificaram como "inconclusiva" a imagem, as quais foram desconsideradas da análise.

As Tabelas 4 e 5 fornecem a concordância observada (em %), estatística Kappa e o nível descritivo (p-valor) para cada par de

Tabela 2. Classificações de Abul-Kasim da colocação dos parafusos nos pedículos convexos.

Avaliação	Primeira						Segunda					
Observador	1		2		3		1		2		3	
Classificação	n	%	n	%	n	%	N	%	N	%	n	%
L2	11	2,8	12	3,1	13	3,3	13	3,3	22	5,6	8	2,0
L1	19	4,9	15	3,8	15	3,8	17	4,3	15	3,8	20	5,1
Normal	332	85,6	312	79,8	329	83,3	329	84,1	305	78,2	335	85,7
M1	23	5,9	38	9,7	30	7,6	23	5,9	38	9,7	27	6,9
M2	3	0,8	14	3,6	8	2,0	9	2,3	10	2,6	1	0,3

M1: M1: Abul-Kasim grade I medial perforation; M2: grade II medial perforation; L1: grade I lateral perforation; grade II lateral perforation.

Tabela 3. Classificações de Abul-Kasim da colocação dos parafusos nos pedículos convexos.

Avaliação	Primeira						Segunda					
Observador	1		2		3		1		2		3	
Classificação	n	%	n	%	n	%	N	%	N	%	N	%
L2	15	3,6	29	7,0	14	3,4	16	3,8	18	4,3	11	2,7
L1	20	4,8	20	4,8	17	4,1	18	4,3	28	6,7	16	3,9
Normal	337	80,8	329	79,5	360	86,7	361	86,4	332	79,4	364	89,0
M1	36	8,6	26	6,3	20	4,8	20	4,8	38	9,1	15	3,7
M2	9	2,2	10	2,4	4	1,0	3	0,7	2	0,5	3	0,7

M1: Abul-Kasim grade I medial perforation; M2: grade II medial perforation; L1: grade I lateral perforation; grade II lateral perforation.

Tabela 4. Análise Intraobservador da colocação dos parafusos nos pedículos pela classificação de Abul-Kasim.

Avaliação	Observador	Pedículo	N	Concordância observada (%)	Coeficiente de Kappa	p-valor
Primeira avaliação x Segunda avaliação	1	Côncavo	382	89,5	0,611	<0,0001
		Convexo	411	85,6	0,516	<0,0001
	2	Côncavo	379	85,0	0,591	<0,0001
		Convexo	402	86,6	0,627	<0,0001
	3	Côncavo	390	93,8	0,777	<0,0001
		Convexo	409	97,6	0,889	<0,0001

Tabela 5. Análise Interobservador da colocação dos parafusos nos pedículos pela classificação de Abul-Kasim.

Avaliação	Observador	Pedículo	N	Concordância observada (%)	Coeficiente de Kappa	p-valor
Primeira avaliação	Obs1 x Obs2	Côncavo	379	84,7	0,512	<0,0001
	Obs1 x Obs3		378	86,2	0,506	<0,0001
	Obs2 x Obs3		380	86,3	0,578	<0,0001
	Obs1 x Obs2	Convexo	403	83,6	0,535	<0,0001
	Obs1 x Obs3		403	83,4	0,434	<0,0001
	Obs2 x Obs3		403	84,1	0,465	<0,0001
Segunda avaliação	Obs1 x Obs2	Côncavo	386	87,8	0,633	<0,0001
	Obs1 x Obs3		376	87,2	0,517	<0,0001
	Obs2 x Obs3		377	83,0	0,466	<0,0001
	Obs1 x Obs2	Convexo	413	87,9	0,607	<0,0001
	Obs1 x Obs3		397	85,6	0,379	<0,0001
	Obs2 x Obs3		400	82,0	0,382	<0,0001

comparação, intra e interobservador, respectivamente. A concordância observada corresponde ao percentual (%) de respostas idênticas no total de imagens avaliadas. Por exemplo, no total de 379 pedículos, segundo a classificação de Abul-Kasim, os observadores 1 concordou em 84,7% dos casos com o observador 2.

A análise intraobservador evidenciou que não houve concordância absoluta dos pesquisadores em relação a primeira e a segunda avaliação.

O primeiro avaliador apresentou concordância forte (entre 0,61 e 0,8) e moderada (entre 0,41 e 0,6), para pedículos côncavos e convexos, respectivamente. A concordância do segundo avaliador foi classificada como moderada (entre 0,41 e 0,6) para pedículos côncavos e forte (entre 0,61 e 0,8) para convexos. O terceiro avaliador apresentou a maior concordância, classificada como forte (entre 0,61 e 0,8) para pedículos côncavos e quase perfeita (entre 0,81 e 1) para convexos.

A análise interobservador evidenciou que não houve concordância absoluta entre os pesquisadores, em relação a classificação de Abul-Kasim. O kappa interobservador variou de 0,379 a 0,633, com combinações razoáveis, moderadas e fortes.

Na primeira avaliação, todos os observadores foram moderadamente concordantes tanto para pedículos côncavos quanto para convexos. Na segunda avaliação, os mais concordantes foram os observadores 1 e 2, apresentando forte concordância (0,633 para côncavos e 0,607 para convexos). Na segunda avaliação, o observador 3 foi moderadamente concordante para pedículos côncavos e razoavelmente concordante para convexos, sendo estas as menores concordâncias observadas.

DISCUSSÃO

A segurança da inserção dos parafusos em cirurgias de correção de escoliose sempre foi uma das maiores preocupações dos cirurgiões pelas potenciais e graves complicações que sua inserção inadvertida pode ocasionar. Estudos inicialmente em níveis lombares e mais tarde em níveis torácicos mostraram segurança no uso desses implantes.[10-12]

A instrumentação transpedicular na coluna torácica é tecnicamente mais difícil do que nos níveis lombares devido ao estreitamento dos pedículos e à avaliação fluoroscópica intraoperatória menos acurada.[13]

Existem várias técnicas de inserção dos parafusos pediculares na coluna torácica, podendo ser realizada pela técnica *"free-hand",* com auxílio de fluoroscopia ou navegação.[14]

Pedículos torácicos possuem diâmetro menor e pacientes com escoliose estão mais propensos a alterações anatômicas da morfologia pedicular, o que torna o risco de perfuração cortical e de mau-posicionamento do implante, o que pode variar entre 1,5-43% em algumas séries.[14,15] Apesar disso, os índices de complicação neurológica variam entre 0-0,9%.[16-20]

A morfologia anatômica dos pedículos analisada de forma pré-operatória por radiografias e tomografia computadorizada e intra-operatória por fluoroscopia pode ser utilizada para prever a facilidade e segurança da instrumentação transpedicular.[5,6]

Em relação a inserção de parafuso pedicular, existe o temor de dano neurológico quando ocorre violação da cortical medial do pedículo. Contudo, violações pequenas geralmente são assintomáticas, estando na "zona segura" em até 2mm, como descrevem Kim e Lenke. Uma "zona provavelmente segura" é definida entre 2-4mm e "zona de segurança questionável" entre 4-8mm.[14]

Quando se trata do posicionamento errático com perfuração lateral, existem riscos mais raros, que variam desde pequenas lacerações pleurais até casos com consequências devastadoras, como lesões vasculares graves.[30]

Existem ainda classificação históricas, como a de Xu,[31] que descrevia graduação de erros de inserção de parafusos pediculares monoaxiais em colunas torácicas de cadáveres, classificando mediante exposição direta. Outros autores mais recentemente classificaram as posições dos implantes relacionando diretamente com complicações neurológicas e vasculares.[32] Em casos de fratura vertebral em região torácica, com necessidade de instrumentação cirúrgica, Zdichavsky et al descreveram posicionamento de parafusos não somente em relação aos pedículos, mas também aqueles que faziam um trajeto "*outside-in*", conseguindo alguma fixação diretamente no corpo vertebral.[33]

Para averiguação de posicionamento dos implantes, utilizamos controle tomográfico pós-operatório em cortes axiais que permitam empregar a classificação de Abul-Kasim (Figura 1) para avaliar a relação parafuso-pedículo.

Esta classificação foi escolhida por sua praticidade de não utilizar medições em milimetragem, mas somente a relação do eixo central do pedículo e de toda sua espessura em comparação da

posição das paredes corticais medial e lateral do pedículo. Para o posicionamento "CORRETO", o parafuso deve estar totalmente inserido nos limites das paredes do pedículo ou menos de ½ da sua espessura ter violado uma das corticais; quando mais de ½ da espessura do parafuso viola a cortical medial ou lateral, respectivamente, classificamos como "PERFURAÇÃO MEDIAL GRAU I" (M1) e "PERFURAÇÃO LATERAL GRAU I" (L1); quando toda a espessura do parafuso viola a cortical medial ou lateral, respectivamente, classificamos como "PERFURAÇÃO MEDIAL GRAU II" (M2) e "PERFURAÇÃO LATERAL GRAU II" (L2).[21]

A classificação de Abul-Kasim ainda aborda perfurações anteriores do corpo vertebral e perfurações no plano sagital (perfurações pediculares inferiores e superiores). As primeiras não foram levadas em consideração neste artigo por representar muita das vezes a escolha do cirurgião em uma fixação bicortical, avançando poucos passos de rosca além da cortical anterior, e portanto não representando erro de técnica (além disso, nenhuma complicação foi averiguada tampouco revisão de parafusos por motivo dessas perfurações em questão); as segundas não foram mensuradas por menor risco clínico para o paciente e por ter na própria descrição do artigo original, uma menor concordância interobservadores.

A taxa de mau-posicionamento é descrita com números percentuais com grande diferença mediante diferentes estudos clássicos, com variações que partem de 1,5% até mesmo 43%.[14,15] Essa taxa avaliada pelos observadores deste trabalho variou entre 21,8% e 11%, valores dentro da média de trabalhos mais atuais, que mostram números mais concordantes, dentro de uma escala de variação que parte de 11,1% a 13,7%.[34-36]

CONCLUSÃO

A taxa de mau-posicionamento em todas as avaliações se mostrou compatível com estudos atuais que avaliaram, como neste estudo, tomografias de controle pós-operatórias para tal definição.

Esse estudo mostrou diferenças entre a concordância intra e interobservador na avaliação posicional dos implantes pediculares. A concordância intra-observador chegou a atingir coeficiente Kappa 0,88 ("quase perfeito) em um dos avaliadores, mas na grande maioria das comparações interobservadores, mostrou-se entre 0,4 a 0,8, ou seja, classificados entre moderada a forte. O pior nível de concordância entre observadores apresentou coeficiente Kappa 0,379, classificado como razoável. Não houve nenhum resultado (nem intra nem interobservador) considerado "insignificante" ou "fraco".

Todos os autores declaram não haver nenhum potencial conflito de interesses referente a este artigo.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES: Cada autor contribuiu individual e significantemente para o desenvolvimento deste artigo. CJC: redação, análise de dados, revisão e realização das cirurgias; LECTS: cirurgias, análise dos dados e redação; LEA: análise estatística, cirurgias e revisão; AGCB: realização de cirurgias e revisão; RTV: redação, revisão e conceito intelectual; MMRJ: redação, conceito intelectual; GVSF: análise estatística, revisão.

REFERÊNCIAS

1. Aldebeyan S, Sinno H, Makhdom A, Ouellet JA, Saran N. The Impact of Living With Scoliosis: A Utility Outcome Score Assessment. Spine (Phila Pa 1976). 2017;42(2):E93-7.
2. Yoshihara H. Surgical Treatment of Lenke Type 5 Adolescent Idiopathic Scoliosis: A Systematic Review. Spine (Phila Pa 1976). 2019;44(13):E788-99.
3. Agabegi SS, Kazemi N, Sturm PF, Mehlman CT. Natural history of adolescent idiopathic scoliosis in skeletally mature patients: a critical review. J Am Acad Orthop Surg. 2015;23(12):714-23.
4. Risser JC. Scoliosis treated by cast correction and spine fusion. Clin Orthop Relat Res. 1976;(116):86-94.
5. Harrington PR. Treatment of scoliosis: correction and inter- nal fixation by spine instrumentation. J Bone Joint Surg Am. 1962;44-A:591-610.
6. Luque ER. Segmental spinal instrumentation for correction of scoliosis. Clin Orthop Relat Res. 1982;(163):192-8.
7. Allen BL, Ferguson RL. The Galveston experience with L-rod instrumentation for adolescent idiopathic scoliosis. Clin Orthop Relat Res. 1988;(229):59-69.
8. Roy-Camille R, Saillant G, Mazel C. Internal fixation of the lumbar spine with pedicle screw plating. Clin Orthop Relat Res. 1986;(203):7-17.
9. Suk SI, Lee CK, Kim WJ, Chung YJ, Park YB. Segmental pedicle screw fixation in the treatment of thoracic idiopathic scoliosis. Spine (Phila Pa 1976). 1995;20(12):1399-405.
10. Hamill CL, Lenke LG, Bridwell KH, Chapman MP, Blanke K, Baldus C. The use of pedicle screw fixation to improve correction in the lumbar spine of patients with idiopathic scoliosis. Is it warranted? Spine (Phila Pa 1976). 1996;21(10):1241-9.
11. Liljenqvist UR, Halm HF, Link TM. Pedicle screw instrumentation of the thoracic spine in idiopathic scoliosis. Spine (Phila Pa 1976). 1997;22(19):2239-45.
12. Brown CA, Lenke LG, Bridwell KH, Geideman WM, Hasan SA, Blanke K. Complications of pediatric thoracolumbar and lumbar pedicle screws. Spine (Phila Pa 1976). 1998;23(14):1566-71.
13. Holland NR. Neurophysiological Assessment of Thoracic and Cervical Pedicle Screw Integrity. J Clin Neurophysiol. 2012;29(6):489–92.
14. Kim YJ, Lenke LG, Bridwell KH, Cho YS, Riew KD. Free hand pedicle screw placement in the thoracic spine: is it safe? Spine (Phila Pa 1976). 2004;29(3):333-42
15. Belmont PJ, Klemme WR, Robinson M, Polly DH Jr. Accuracy of thoracic pedicle screws in patients with and without coronal plane spinal deformities. Spine (Phila Pa 1976). 2002;27(14):1558–66.
16. Liljenqvist UR, Link TM, Halm HF. Morphometric analysis of thoracic and lumbar vertebrae in idiopathic scoliosis. Spine (Phila Pa 1976) 2000 25:1247–1253. PMID: 10806501.
17. Brown CA, Lenke LG, Bridwell KH, Geideman WM, Hasan SA, Blanke K. Complications of pediatric thoraco-lumbar and lumbar pedicle screws. Spine (Phila Pa 1976).1998;23(14):1566-71.
18. Esses SI, Sachs BL, Dreyzin V. Complications associated with the technique of pedicle screw fixation: a selected survey of ABS members. Spine (Phila Pa 1976). 1993;18(15):2231-8.
19. Lonstein JE, Denis F, Perra JH, Pinto MR, Smith MD, Winter RB. Complications associated with pedicle screws. J Bone Joint Surg Am. 1999;81(11):1519-28.
20. Suk SI, Kim WJ, Lee SM, Kim JH, Chung ER. Thoracic pedicle screw fixation in spinal deformities: are they really safe? Spine (Phila Pa 1976). 2001;26(18):2049-57.
21. Abul-Kasim K, Strömbeck A, Ohlin A, Maly P, Sundgren PC. Reliability of low-radiation dose CT in the assessment of screw placement after posterior scoliosis surgery, evaluated with a new grading system. Spine (Phila Pa 1976). 2009;34(9):941-8.
22. Samdani AF, Tantorski M, Cahill PJ, Ranade A, Koch S, Clements DH, et al. Triggered electromyography for placement of thoracic pedicle screws: is it reliable? Eur Spine J. 2011;20(6):869–74.
23. Wagner MR, Flores JB, Sanpera I, Herrera-Sot J. Aortic Abutment After Direct Vertebral Rotation. Spine (Phila Pa 1976). 2011;36(3):243–7.
24. Essig DA, Miller CP, Xiao M, Ivancic P, Jegede K, Badrinath R, et al. Biomechanical comparison of endplate forces generated by uniaxial screws and monoaxial pedicle screws. Orthopedics. 2012;35(10):e1528-32.
25. Sim J, Wright CC. The kappa statistic in reliability studies: use, interpretation, and sample size requirements. Phys Ther. 2005;85(3):257-68.
26. Barros FS, Perez JMG, Zandonade E, Salles-Cunha SX, Monedero JL, Hilel ABS, et al. Evaluation of pelvic varicose veins using color Doppler ultrasound: comparison of results obtained with ultrasound of the lower limbs, transvaginal ultrasound, and phlebography. J Vasc Bras. 2010;9(2):15-23.
27. Fleiss JL, Cohen J. The equivalence of weighted kappa and the intraclass correlation coefficient as measures of reliability. Educ Psychol Meas. 1973;33(3):613-9.
28. Commenges D, Jacqmin H. The intraclass correlation coefficient: distribution-free definition and test. Biometrics. 1994;50(2):517-26.
29. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. Biometrics. 1977;33(1):159-74.
30. Claiborne P, Mallios A, Taubman K. Endovascular repair of thoracic aortic injury after spinal instrumentation. Journal of Vascular Surgery Cases. 2015;1(4):264-7.
31. Xu R, Ebraheim NA, Ou Y, Yeasting RA. Anatomic considerations of pedicle screw placement in the thoracic spine. Roy-Camille technique versus open-lamina technique. Spine (Phila Pa 1976). 1998;23(9):1065–8.
32. Upendra BN, Meena D, Chowdhury B, Ahmad A, Jayaswal A. Outcome-Based Classification for Assessment of Thoracic Pedicular Screw Placement. Spine (Phila Pa 1976). 2008;33(4):384–90.
33. Zdichavisky M, Blauth M, Knop C, Lotz J, Kretteck C, Bastian L. Accuracy of Pedicle Screw Placement in Thoracic Spine Fractures. Eur J Trauma. 2004;30:241–7.
34. Wang B, Lu G, Chen R, Kang Y, Li J, Chen F, et al. Accuracy of free-handed thoracic pedicle screw placement in severe idiopatic scoliosis via CT scan. Zhong Nan Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban. 2009;34(3):226-9.
35. Min HK, Na S, Jang J. Accuracy of thoracic pedicle screw placement using freehand technique and triggered EMG in adolescent idiopathic scoliosis: Is it different between concave and convex side? J Orthop Surg (Hong Kong). 2018;26(2):1–6.
36. Kwan MK, Chiu C, Chan C, Zamani R, Hansen-Algenstaedt N. The use of fluoroscopic guided percutaneous pedicle screws in the upper thoracic spine (T1–T6): Is it safe? J Orthop Surg (Hong Kong). 2017;25(2):1–8.

PEDICLE MORPHOLOGY IN SCOLIOSIS: CLASSIFICATION AGREEMENT FOR PRE-OPERATIVE EVALUATION

MORFOLOGIA DO PEDÍCULO NA ESCOLIOSE: CONCORDÂNCIA NA CLASSIFICAÇÃO PARA AVALIAÇÃO PRÉ-OPERATÓRIA

MORFOLOGÍA DEL PEDÍCULO EN LA ESCOLIOSIS: CONCORDANCIA DE CLASIFICACIÓN PARA EVALUACIÓN PREQUIRÚRGICA

Luiz Eduardo Pereira Costa Assis de Almeida,[1,2] Luis Eduardo Carelli Teixeira da Silva,[1,2,3] Caique Jauhar de Castro,[1,2] Giuliana Vasconcelos de Souza Fonseca,[4] Robson Teixeira Vital,[1,3] Márcia Maria Rodrigues Jardim[3]

1. Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia (INTO), Rio de Janeiro, RJ, Brazil.
2. Instituto da Coluna Vertebral do Rio de Janeiro (INCOL), Rio de Janeiro, RJ, Brazil.
3. Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Postgraduate Program in Neurology (PPGNEURO- UNIRIO), Rio de Janeiro, RJ, Brazil.
4. Instituto de Pesquisas Biomédicas do Hospital Naval Marcílio Dias (IPB-HNMD), Rio de Janeiro, RJ, Brazil.

ABSTRACT

Objectives: Although Watanabe morphological classification is well known, there is no consensus of its use among spine surgeons. We propose an analysis of the Watanabe classification by three observers, one senior and two recently graduated orthopedic spine surgeons, and its applicability in pre-operative evaluation. Methods: An intraobserver and interobserver analysis of the classifications of 937 thoracic pedicles among 55 scoliosis patients treated surgically in two institutions. The average age at time of surgery was 16.3 years (10- 50 years). The etiologies of the scoliosis were: idiopathic (n= 47), congenital (n=4), syndromic (n= 3) and neuromuscular (n=1). The mean Cobb angle was 67 degrees (41- 120º). The evaluation of the thoracic pedicle was performed using pre-operative CT images. Results: A total of 937 pedicles were classified by three observers with percentages of 47.5% type A, 28.6% type B, 17.1% type C and 6.9% type D for the total pedicles, convex and concave. Intraobserver agreement was fair to almost perfect (kappa 0.34 to 0.92) and interobserver agreement was fair to moderate (kappa 0.33 to 0.59) with statistical significance of p<0.001. Conclusion: Watanabe classification remains a good method for predicting intraoperative difficulties, and has better agreement as the surgeon becomes more experienced. ***Level of evidence II; Prognostic Studies.***

Keywords: Pedicle Screws; Morphology; Scoliosis.

RESUMO

Objetivo: A classificação morfológica dos pedículos descrita por Watanabe, apesar de bem conhecida, não é consenso entre os cirurgiões de coluna. Propomos uma análise da classificação por três observadores, um sênior e dois cirurgiões de coluna recém-graduados, e sua aplicabilidade na avaliação pré-operatória. Métodos: Foi realizada uma análise intraobservador e interobservador das classificações de Watanabe de 937 pedículos em 55 pacientes com escoliose, tratados cirurgicamente em duas instituições. A média de idade no momento da cirurgia foi de 16,3 anos (10 a 50 anos). As etiologias da escoliose foram: idiopática (n = 47), congênita (n = 4), sindrômica (n = 3) e neuromuscular (n = 1). O ângulo médio de Cobb foi de 67 graus (41º a 120º). A avaliação dos pedículos torácicos foi realizada com imagens pré-operatórias de tomografia computadorizada. Resultados: Três observadores classificaram 937 pedículos côncavos e convexos, evidenciando 47,5% do tipo A; 28,6% do tipo B; 17,1% do tipo C e 6.9% do tipo D. A concordância intraobservador foi de razoável a quase perfeita (kappa 0,34 a 0,92) e concordância interobservador foi de razoável a moderada (kappa 0,33 a 0,59), com significância estatística de p < 0,001. Conclusões: A classificação de Watanabe pode ser considerada um bom método para prever dificuldades intraoperatórias e apresenta melhor concordância à medida que o cirurgião se torna mais experiente. ***Nível de Evidência II; Estudos Prognósticos.***

Descritores: *Parafusos Pediculares; Morfologia; Escoliose.*

RESUMEN

Objetivo: La clasificación morfológica de los pedículos descrita por Watanabe, a pesar de ser bien conocida, no es consenso entre los cirujanos de columna. Proponemos un análisis de la clasificación por 3 observadores, un sénior y dos cirujanos de columna recién graduados, y su aplicabilidad en la evaluación prequirúrgica. Métodos: Fue realizado un análisis intraobservador e interobservador de las clasificaciones de Watanabe de 937 pedículos en 55 pacientes con escoliosis, tratados quirúrgicamente en dos instituciones. El promedio de edad en el momento de la cirugía fue de 16,3 años (10-50 años). Las etiologías de la escoliosis fueron: idiopática (n=47), congénita (n=4), sindrómica (n=3) y neuromuscular (n=1). El ángulo promedio de Cobb fue de 67 grados (41º a 120º). La evaluación de los pedículos torácicos fue realizada con imágenes prequirúrgicas de tomografía computada. Resultados: Tres observadores clasificaron 937 pedículos cóncavos y convexos, evidenciando 47,5% tipo A, 28,6% tipo B, 17,1% tipo C y 6,9% tipo D. La concordancia intraobservador fue de razonable a casi perfecta (kappa 0,34 a 0,92)y la concordancia interobservador fue de razonable a moderada (kappa 0,33 a 0,59) con una significancia estadística de p<0,001. Conclusiones: La clasificación de Watanabe puede ser considerada un buen método para prever dificultades intraquirúrgicas y presenta mejor concordancia a medida que el cirujano se vuelve más experimentado. ***Nivel de Evidencia II; Estudios Pronósticos.***

Descriptores: *Tornillos Pediculares; Morfologia; Escoliosis.*

Study conducted at the Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia and at the Instituto da Coluna vertebral do Rio de Janeiro.
Correspondence: Luiz Eduardo Pereira Costa Assis de Almeida. Rua Desembargador João Claudino de Oliveira e Cruz, 50, apto 1804, Barra da Tijuca, Rio de Janeiro, RJ, Brazil. 22793-071.
luizeduardo.ortopedia@gmail.com

CC BY

http://dx.doi.org/10.1590/S1808-185120201903224254

Received on 05/20/2019 accepted on 12/03/2019

INTRODUCTION

Scoliosis is a three-dimensional deformity of the spine, with deviation on the coronal plane, lordosis or kyphosis on the sagittal plane and axial rotation.

This complex anatomy makes it one of the most challenging pathologies in spine surgery. There are a variety of surgical treatments for this pathology, including different methods of instrumentation, such as sublaminar wires, hooks and pedicle screws.

Thoracic pedicle screw instrumentation has better corrective ability than hook and sublaminar wires,[1-3] and a higher pullout strength.[4] Despite their advantages, thoracic pedicles are smaller[5] and thinner than lumbar pedicles, more dysplastic in patients with scoliosis, especially on the concave side, apex, and proximal thoracic segment, and are sometimes dangerous to instrument.[6-11]

Screw misplacement can have catastrophic consequences, jeopardizing the vascular structures, the spinal cord, and the correction strength.[12,13] To minimize the risk, it is advisable to have good pre-operative planning, with pedicle morphological analysis by pre-operative computer tomography (CT) scan.

Watanabe[14] described one of the most popular pedicle classifications, which is based on the bone anatomy during probe insertion and confirmed by CT imaging. Spine surgeons can use radiological Watanabe classification to predict difficulties and perform strategies before surgery, and to help them decide whether to use screw instrumentation or another alternative instrumentation method for each level.

The Watanabe classification divides pedicles in four types: A- large cancellous pedicle; B- small cancellous pedicle; C- cortical channel; D- slit/absent channel.

Other authors[15] described an objective classification based on CT in which the surgeon has to measure the pedicle width and divide those pedicles in four types, A, B, C and D. This differs from the Watanabe classification, which is based on visual radiological analysis.

In the present study, we analyze the interobserver and intraobserver reliability of the radiological Watanabe classification, and its use.

METHODS

This is a retrospective cohort, level II, prognostic study of 55 patients with scoliosis treated in two institutions between 2016 and 2019: the Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia and the Instituto da Coluna vertebral do Rio de Janeiro. Data collection was performed after an Institutional Review by an Ethics Committee in Scientific Research, under registration number C.A.A.E 70805517.4.00005273.

We analyzed 937 thoracic pedicles of 55 patients diagnosed with scoliosis: idiopathic (n=47), congenital (n=4), neuromuscular (n=1) and syndromic (n=3).

Some characteristics of the selected patients are as follows: Age (10-50 years), Sex (11 Male; 44 Female), scoliosis etiology, Cobb angle (41 – 120 degrees), and whether the pedicle was separated by the convex or concave side. The study population had a median age of 16.3 years and a median Cobb angle of 67 degrees. The patients were divided into three groups: 21 patients with curves of 40-59°, 23 with curves of 60-79° and 11 with curves greater than 80°.

Preoperative CT of the thoracic pedicles is our standard of care, and was used in earlier years to assess morphology and create a surgery plan. The thoracic pedicles were sliced in the axial plane into thin sections, at the pedicle isthmus, by Multi-Slice CT with volumetric acquisition of 0.5 to 1.25. The images were printed, or presented in the form of PowerPoint slides.

To minimize radiological exposure, the CT scan was carried out only of the thoracic vertebrae for which instrumentation was planned. Therefore, the number of pedicles was not equivalent to the number in the entire thoracic spine.

Those pedicles were reviewed in two rounds by three observers: a senior spine surgeon and two spine surgeons with two years of experience. Each spine surgeon was blinded to previous evaluations, or those of the other spine surgeons.

For the senior surgeon, the two rounds were performed from the first patient of the study until the last one, at intervals of 3 years to one month, and for the younger surgeons, the evaluations were performed at intervals of four weeks.

All the pedicles were classified by all the observers following the radiological Watanabe criteria, in a two round classification, and then transcribed to an excel spreadsheet containing all the characteristics mentioned above. (Figure 1)

All the pedicles that had questionable images, raising doubt, were excluded individually by each observer.

The statistical analysis was performed to assess intraobserver and interobserver classification agreement by the Cohen's Kappa[16-18] method, with statistical significance of 5% ($p < 0.05$).

The kappa coefficient is used to describe the agreement between two or more observers when performing a nominal or numerical evaluation of the same sample. The Kappa interpretation is divided in 6 types: < 0 is poor; 0-0.20 is slight; 0.21-0.40 is fair; 0.41-0.60 is moderate; 0.61-0.80 is substantial and 0.81-1 is almost perfect.

All the analyses were performed using R software version 3.6.0 (Planting of a Tree).

RESULTS

Tables 1 and 2 show the frequency (n) and percentage (%) of radiological Watanabe pedicle classification, both concave and convex, for the two rounds and the three observers.

Tables 3 and 4 show the agreement (%), kappa statistical coefficient and the statistical significance (p-value) for each pair of comparison, intraobserver and interobserver.

The agreement is interpreted according to the percentage of identical answers in the total evaluated images. For example, in table 4, of a total of 459 pedicles, observer I and II had 71% of agreement between concave pedicles.

The intraobserver analysis did not show absolute agreement between the first and second round analyses.

The intraobserver agreement ranged from fair to almost perfect, depending on the observer.

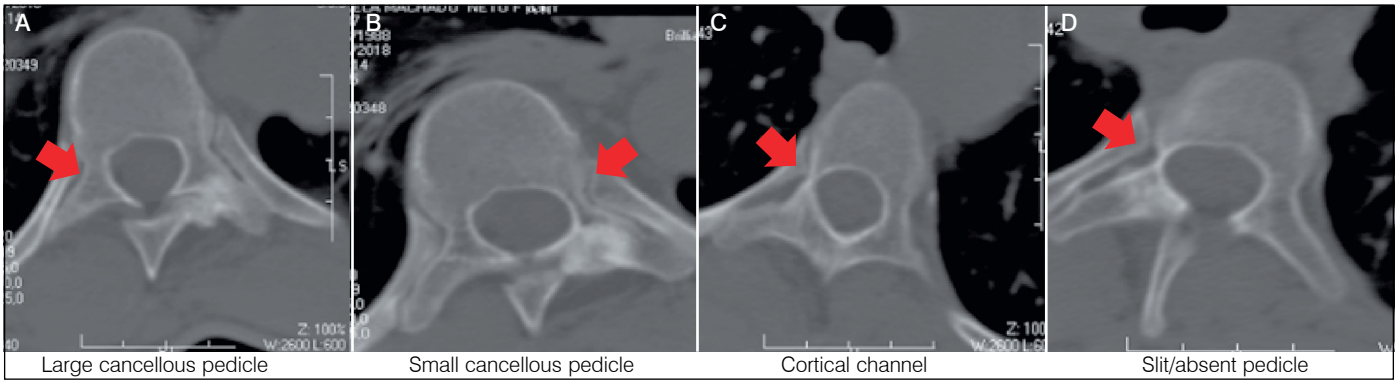

Figure 1. Radiological Watanabe Classification – Axial CT images.

Table 1. Watanabe classification for concave pedicles.

First round				Second round			
Observer	**1**	**2**	**3**	**Observer**	**1**	**2**	**3**
Classif. A	233 (49.1%)	179 (37.9%)	207 (42.7%)	Classif. A	194 (40.7%)	157 (33.1%)	200 (42%)
Classif. B	109 (22.9%)	144 (30.5%)	177 (24.1%)	Classif. B	140 (29.4%)	163 (34.3%)	127 (26.7%)
Classif. C	86 (18.1%)	108 (22.9%)	104 (21.4%)	Classif. C	101 (21.2%)	122 (25.7%)	90 (18.9%)
Classif. D	47 (9.9%)	41 (8.7%)	57 (11.8%)	Classif. D	42 (8.7%)	33 (6.9%)	59 (12.4%)
Total	475 (100%)	472 (100%)	545 (100%)	Total	477 (100%)	475 (100%)	476 (100%)

Classif. A, B, C and D – Radiological Watanabe pedicle morphology.

Table 2. Watanabe classification for convex pedicles.

First round				Second round			
Observer	**1**	**2**	**3**	**Observer**	**1**	**2**	**3**
Classif. A	287 (59.9%)	250 (52.9%)	258 (53.3%)	Classif. A	282 (59%)	216 (45.7%)	256 (53.9%)
Classif. B	114 (23.8%)	141 (29.8%)	130 (26.9%)	Classif. B	135 (29.2%)	176 (37.2%)	126 (26.5%)
Classif. C	57 (11.9%)	62 (13.1%)	66(13.6%)	Classif. C	50 (10.5%)	69 (14.6%)	65 (13.7%)
Classif. D	21(4.4%)	20 (4.2%)	30 (6.2%)	Classif. D	11 (2.3%)	12 (2.5%)	28 (5.9%)
Total	479 (100%)	473 (100%)	484 (100%)	Total	478 (100%)	473 (100%)	475 (100%)

Classif. A, B, C and D – Radiological Watanabe pedicle morphology.

Table 3. Intraobserver correlation of the Watanabe classification: First Round versus Second Round.

Observer	Pedicle	N (%)	Kappa	p
1	Concave	462 (57.4%)	0.383	<0.0001
1	Convex	467 (63.2%)	0.349	<0.0001
2	Concave	469 (67.4%)	0.538	<0.0001
2	Convex	468 (68.4%)	0.498	<0.0001
3	Concave	476 (93.7%)	0.910	<0.0001
3	Convex	475 (95.2%)	0.922	<0.0001

Cohen's kappa.

Table 4. Interobserver analysis of the Watanabe classification.

Round	Observer	Pedicle	N (%)	Kappa	P*
First	Obs1 x Obs2	Concave	459(59%)	0.412	<0.0001
First	Obs1 x Obs3	Concave	465 (72%)	0.593	<0.0001
First	Obs2 x Obs3	Concave	470 (59.8%)	0.430	<0.0001
First	Obs1 x Obs2	Convex	464 (63.1%)	0.381	<0.0001
First	Obs1 x Obs3	Convex	468 (74.6%)	0.577	<0.0001
First	Obs2 x Obs3	Convex	470 (61.9%)	0.386	<0.0001
Second	Obs1 x Obs2	Concave	473 (71.7%)	0.598	<0.0001
Second	Obs1 x Obs3	Concave	468 (59.2%)	0.418	<0.0001
Second	Obs2 x Obs3	Concave	466 (59%)	0.425	<0.0001
Second	Obs1 x Obs2	Convex	472 (73.3%)	0.563	<0.0001
Second	Obs1 x Obs3	Convex	468 (62.8%)	0.375	<0.0001
Second	Obs2 x Obs3	Convex	464 (57.8%)	0.337	<0.0001

Obs 1- Observer I; Obs 2- Observer II; Obs-3 Observer III; Obs 4- Observer IV. Cohen's Kappa.

The findings of the three surgeons were compared, to assess interobserver reliability. The overall kappa value was fair to moderate (0.337 – 0.598), indicating moderate agreement.

DISCUSSION

In the present study, we evaluate the reliability of the radiological Watanabe classification, which we used as a standard preoperative routine to foresee any threat, and believe it to be a tool that can assist in pre- and intraoperative planning, and in the decision on whether to skip an abnormal pedicle or change the instrumentation method.

The literature review did not find any studies analyzing the reliability of the radiological Watanabe classification. This is mainly because other authors used another method of classification based on millimetric measurements in the CT.

Sarwahi[15] describe four types classification: A- a pedicle of more than 4 mm; B- 2 -4 mm of cancellous bone; C- cortical channel > 2mm; D- cortical or cancellous channel < 2 mm. Watanabe incremented his classification with the mean percentage of cancellous bone inside the pedicle: A- 56 %, B-49 %, C-34 % and D- 38%. This is a divergence if you follow the classification description because type D is considered a slit or absent pedicle. We decide to use the visual radiological classification of the pedicular morphology described by Watanabe, without measuring the pedicle or the percentage of cancellous bone, in order to avoid being influenced by previous radiological measures. We believe the main implication of safe instrumentation is the presence of cancellous bone, therefore small differences in millimeters would not compromise our plan.

Incidentally, if using Sarwahi's classification, it would be necessary to measure the pedicle width, or request that this be done in advance by the radiological department, thereby eliminating the practical characteristic of the radiological and visual Watanabe classification.

We did not use MRI, a harmless method, to assess the pedicles. The reason for this is that although previous studies using MRI[19] to evaluate pedicles have demonstrated that Pedicles A and B are well recognized, with 85% accuracy, for pedicles C and D, the accuracy is too low, with 44% for C and zero for D.

Comparing our interobserver and intraobserver data, we found differences in the literature, with fair to almost perfect Kappa scores (0.34-0.92) for intraobserver agreement and fair to moderate Kappa scores (0.33-0.59) for interobserver agreement. One of the younger observers had the best coherence in the intraobserver comparison, and the most divergent scores in pedicles C and D when compared to the literature.[15]

We analyzed 937 thoracic pedicles in our cohort, which had an average age of 16.3 years and a mean Cobb angle of 67 degrees. The cohort was divided in three groups by Cobb magnitude, 40-59°, 60-79° and greater than 80°. Comparing with the Watanabe data, our senior observer found types A and B of 72% for concave pedicles and 81% for concave pedicles in the Watanabe study, while the younger surgeons found 68% and 66% respectively. Although when comparing to adolescent idiopathic scoliosis (AIS), the results of the Watanabe classification, more close to our data (45 idiopathic scoliosis of 55 patients), the senior observer had 72% concave pedicles A and B and the Watanabe classification had 74%, with better agreement.

In the Watanabe classification, types A and B were considered normal and easy to insert the screws, with only 18.5% abnormal concave pedicles, in contrast to 28%, 31% and 33% of our data. For concave pedicle screws, there is moderate correlation between the findings of our study and those of the Watanabe classification.

The findings for the convex pedicles were more controversial, especially in C and D pedicles, for which Watanabe described 1.9% C and D pedicles and in our study, 11% to 19%, depending on the observer.

The higher the Cobb angle, the more it can influence the results. An angle of more than 70º is considered a risk for dysplasia in some studies. Watanabe divided the Cobb angle into three groups: 40-59º; 60-79º and greater than 80º, and found a tendency to decrease in pedicles A and B and increase in C and D as the Cobb angle increases. Although it was not the aim of our study, we found the same tendency between those groups.

The findings of intraobserver and interobserver agreement may jeopardize the reliability of the classification. Although we had fair to moderate agreement in the intra- and interobserver agreement, we expected the results to be more similar to the literature. However, the results of our senior observer were closer to the Watanabe description, so it may be the case that experienced surgeons have higher accuracy.

Our interobserver agreement, when compared to other morphological classifications, was lower than the literature. We believe this is a consequence of the visual classification adopted, because if there were previous millimetric measurement, as in the Sarwahi description, the level of agreement would be less susceptible to error.

Another argument that might explain the difference in the morphological classification of our study could be the morphology of Brazilian pedicle with scoliosis, for which studies are rare and already explained why. In China,[20] AIS patients had 25% of pedicles C and D, higher than Watanabe and Sarwahi studies, closer to our findings.

Compared to the objective Sarwahi classification the difference is even higher; they had 93.8% of pedicles A and B in the AIS and only 6.2% of C and D.

Even in a more precise evaluation, we believe it is not practical, as it would be necessary to spend time measuring, or to request a scan be carried out by the radiological service.

From our perspective, the radiological Watanabe is more clinically similar with the possible difficulties in the preoperative planning and in the intraoperative procedure, as we have a moderate agreement with the original intraoperative Watanabe description. We think that small difference in millimetric measurements or percentage of cancellous bone measures of the pedicle width is not more important than the presence of large or thin cancellous bone.

Although the Watanabe radiological classification has its limitations in regard to interobserver and intraobserver agreement, as shown by our study, we still believe this to be the most suitable classification, as it enables the surgeon him/herself to analyze the presence of cancellous bone, in a practical way. And we believe that this is the most important indicator of potential difficulty when probing a pedicle.

Perhaps if pedicle types A and B were combined into one type, and C and D into another, there would be more agreement and better intraoperative correlation, therefore a new classification is possible.

CONCLUSION

The intraobserver agreement of the radiological Watanabe classification was fair to almost perfect (kappa 0.34-0.92), and the interobserver agreement was fair to moderate (kappa 0.33-0.59). The agreement with the Watanabe description increased with the surgeon's experience, becoming a reliable form of analysis. The Watanabe classification therefore continues to be an important tool for preoperative evaluation of thoracic pedicles in scoliosis.

All authors declare no potential conflict of interest related to this article.

CONTRIBUTION OF THE AUTHORS: Each author made significant individual contributions to this manuscript. LEA: writing, revision and performing the surgical procedures; LECTS: surgical procedures, data analysis and writing; CC: surgical procedures and writing; RTV: statistical analysis and revision; GV: statistical analysis and revision; MJ: writing, revision and intellectual concept.

REFERENCES

1. Hamill CL, Lenke LG, Bridwell KH, Chapman MP, Blanke K, Baldus C. The use of pedicle screw fixation to improve correction in the lumbar spine of patients with idiopathic scoliosis. Is it warranted? Spine (Phila Pa 1976). 1996;21(10):1241–9.
2. Suk SI, Lee CK, Min HJ, Cho KH, Oh JH. Comparison of Cotrel-Dubousset pedicle screws and hooks in the treatment of idiopathic scoliosis. Int Orthop. 1994;18(6):341– 6.
3. Yilmaz G, Borkhuu B, Dhawale AA, Oto M, Littleton AG, Mason DE, et al. Comparative analysis of hook, hybrid, and pedicle screw instrumentation in the posterior treatment of adolescent idiopathic scoliosis. J Pediatr Orthop. 2012;32(5):490-9.
4. Liljenqvist U, Hackenberg L, Link T, Halm H. Pullout strength of pedicle screws versus pedicle and laminar hooks in the thoracic spine. Acta Orthop Belg. 2001;67(2):157–63.
5. Panjabi MM, O'holleran JD, Crisco JJ, Kothe R. Complexity of the thoracic spine pedicle anatomy. 1997;6(1):19-24.
6. Vaccaro AR, Rizzolo SJ, Allardyce TJ, Ramsey M, Salvo J, Balderston RA, et al. Placement of pedicle screws in the thoracic spine. Part I: Morphometric analysis of the thoracic vertebrae. J Bone Joint Surg Am. 1995;77(8):1193-9.
7. Parent S, Labelle H, Skalli W, Latimer B, de Guise J. Morphometric analysis of anatomic scoliotic specimens. Spine (Phila Pa 1976). 2002;27(21):2305-11.
8. Parent S, Labelle H, Skalli W, de Guise J. Thoracic pedicle morphometry in vertebrae from scoliotic spines. Spine (Phila Pa 1976). 2004;29(3):239-48.
9. Liljenqvist UR, Link TM, Halm HF. Morphometric analysis of thoracic and lumbar vertebrae in idiopathic scoliosis. Spine (Phila Pa 1976). 2000;25(10):1247- 53.
10. Hicks JM, Singla A, Shen FH, Arlet V. Complications of pedicle screw fixation in scoliosis surgery: a systematic review. Spine (Phila Pa 1976). 2010;35(11):465-70.
11. Davis CM, Grant CA, Pearcy MJ, Askin GN, Labrom RD, Izatt MT, et al. Is there asymmetry between the concave and convex pedicles in adolescent idiopathic scoliosis? A CT investigation. Clin Orthop Relat Res. 2017;475(3):884-93
12. Claiborne P, Mallios A, Taubman K, Blebea J. Endovascular repair of thoracic aortic injury after spinal instrumentation. Journal of Vascular Surgery Cases. 2015;1(4):264-7.
13. Diab M, Smith AR, Kuklo TR. Neural complications in the surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis. Spine (Phila Pa 1976). 2007;32(24):2759-63.
14. Watanabe K, Lenke LG, Matsumoto M, Harimaya K, Kim YJ, Hensley M, et al. A novel pedicle channel classification describing osseous anatomy: how many thoracic scoliotic pedicles have cancellous channels? Spine (Phila Pa 1976). 2010;35(20):1836-42.
15. Sarwahi V, Sugarman EP, Wollowick AL, Amaral TD, Lo Y, Thornhill B. Prevalence, distribution, and surgical relevance of abnormal pedicles in spines with adolescent idiopathic scoliosis vs. no deformity: a CT-based study. J Bone Joint Surg Am. 2014;96(11):e92.
16. Cohen J. A coefficient of agreement for nominal scales. Educ Psychol Measur. 1960;20(1):37-46.
17. Cohen J. (1968). Weighted kappa: Nominal scale agreement provision for scaled disagreement or partial credit. Psychol bull. 1968;70(4):213-20.
18. Fleiss JL, Cohen J, Everitt BS. Large sample standard errors of kappa and weighted kappa. Psychol Bull. 1969;72(5):323-7.
19. Sarwahi V, Amaral T, Wendolowski S, Gecelter R, Sugarman E, Lo Y, et al. MRIs Are Less Accurate Tools for the Most Critically Worrisome Pedicles Compared to CT Scans. Spine deformity. 2016;4(6):400-6.
20. Huang J, Zhang P, Jian X, Jiang H. The Prevalence and Distribution of Vertebral Pedicles in Adolescent Idiopathic Scoliosis in Chinese people: A Computed Tomography–Based Study of 2958 Vertebral Pedicles. World Neurosurg. 2018;119:e560-7.

PREVALÊNCIA DE PJK APÓS ARTRODESE EM PACIENTES COM ESCOLIOSE NEUROMUSCULAR NO SEGUNDO ANO DE PÓS-OPERATÓRIO

PREVALENCE OF PJK AFTER ARTHRODESIS IN PATIENTS WITH NEUROMUSCULAR SCOLIOSIS IN THE SECOND POSTOPERATIVE YEAR

PREVALENCIA DE PJK DESPUÉS DE ARTRODESIS EN PACIENTES CON ESCOLIOSIS NEUROMUSCULAR EN EL SEGUNDO AÑO DE POSTOPERATORIO

Rodrigo Magalhães Falcão,[1,2] Kaio Rodrigo Barreto Ramiro,[1,2] Mauricio Coelho Lima,[1,2] Ivan Guidolin Veiga,[1,2] Marcelo Italo Risso Neto,[1] Mauricio Antonelli Lehoczki,[2] Alexander Junqueira Rossato,[2] Paulo Tadeu Maia Cavali[1,2]

1. Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Departamento de Ortopedia e Traumatologia, Campinas, SP, Brasil.
2. Associação de Assistência à Criança Deficiente (AACD), Grupo de Escoliose, São Paulo, SP, Brasil.

RESUMO

Objetivo: O objetivo primário deste estudo foi analisar a prevalência de PJK nos pacientes com escoliose neuromuscular, submetidos à artrodese da coluna vertebral por via posterior com instrumentação. A cifose juncional proximal (PJK) é um fenômeno frequente que, devido à sua importância, passou a ser estudado por diversos autores, os quais lançaram as bases da definição radiográfica e possíveis fatores de risco de ocorrência depois de artrodese longa da coluna vertebral com instrumentação. Apesar da grande quantidade de estudos sobre PJK, a maioria foi relacionada quanto à ocorrência na escoliose idiopática do adolescente, na deformidade do adulto e na escoliose de início precoce, sendo poucos direcionados a pacientes com escoliose congênita e neuromuscular. Métodos: Neste estudo foram analisados dados de prontuários eletrônicos de pacientes com escoliose neuromuscular submetidos à artrodese por via posterior com instrumentação, entre os anos de 2014 e 2016. Dessa amostra, foram extraídas informações pertinentes a idade, gênero, patologia e medidas radiográficas no 2º e 24º mês de pós-operatório. Resultados: Um total de 39 pacientes com escoliose neuromuscular foi analisado. Na amostra houve predomínio de pacientes do sexo masculino (58,87%) e a média de idade foi de 14,05 anos. A PJK ocorreu em 18 pacientes no decorrer de dois anos de pós-operatório, com prevalência de 46,15%. A incidência de PJK no 2° e 24° mês de pós-operatório foi de 23,1% e 30%, respectivamente. Conclusões: Foi encontrada prevalência de 46,15% de PJK em pacientes com escoliose neuromuscular tratados cirurgicamente com instrumentação por via posterior depois de dois anos de seguimento, confrontado resultados anteriores. ***Nível de Evidência III; Estudo observacional analítico transversal.***

Descritores: Cifose; Escoliose; Coluna Vertebral.

ABSTRACT

Objective: The primary objective of this study was to analyze the prevalence of PJK in patients with neuromuscular scoliosis submitted to posterior spinal arthrodesis with instrumentation. Proximal junctional kyphosis (PJK) is a frequent phenomenon that, due to its importance, began to be studied by several authors, who laid the foundations for the radiographic definition and possible risk factors for its occurrence after long spinal arthrodesis with instrumentation. Despite the large number of PJK studies, most were related to the occurrence of adolescent idiopathic scoliosis, adult deformity and early-onset scoliosis, with few being targeted to patients with congenital and neuromuscular scoliosis. Methods: In this study, data from electronic medical records of patients with neuromuscular scoliosis who underwent posterior arthrodesis with instrumentation between the years 2014 and 2016 were analyzed. Information on age, gender, pathology and radiographic measurements were extracted from this sample at the 2nd and 24th postoperative months. Results: A total of 39 patients with neuromuscular scoliosis were analyzed. The sample was predominantly male (58.87%) and the mean age was 14.05 years. PJK occurred in 18 patients during the two years following surgery, with a prevalence of 46.15%. The incidence of PJK in the 2nd and 24th postoperative months was 23.1% and 30%, respectively. Conclusions: A prevalence of PJK of 46.15% was found in patients with neuromuscular scoliosis treated surgically with posterior instrumentation after two years of follow-up, as compared to previous results. ***Level of Evidence III; Cross-sectional observational study.***

Keywords: *Kyphosis; Scoliosis; Spine.*

RESUMEN

Objetivo: El objetivo primario de este estudio fue analizar la prevalencia de PJK en los pacientes con escoliosis neuromuscular, sometidos a artrodesis de la columna vertebral por vía posterior con instrumentación. La cifosis de unión proximal (PJK) es un fenómeno frecuente que, debido a su importancia, pasó a ser estudiado por diversos autores, los cuales lanzaron las bases de la definición radiográfica y posibles factores de riesgo de ocurrencia después de artrodesis larga de la columna vertebral con instrumentación. A pesar de la gran cantidad de estudios sobre PJK, la mayoría fue relacionada cuanto a la ocurrencia en la escoliosis idiopática del adolescente, en la deformidad del adulto y en la escoliosis de inicio precoz, siendo pocos direccionados a pacientes con escoliosis congénita y neuromuscular. Métodos:

Trabalho realizado no Hospital AACD, São Paulo, SP, Brasil.
Correspondência: Rodrigo Magalhães Falcão. Hospital AACD, Grupo de Escoliose. Avenida Professor Ascendino Reis, 724, Ibirapuera, São Paulo, SP, Brasil. 04027-000. falcaorodrigom@gmail.com

CC BY

http://dx.doi.org/10.1590/S1808-185120201903224042

Recebido em 16/05/2019 aceito em 12/02/2020

En este estudio se analizaron datos de prontuarios electrónicos de pacientes con escoliosis neuromuscular sometidos a artrodesis por vía posterior con instrumentación, entre los años 2014 y 2016. De esa muestra se extrajeron informaciones pertinentes a edad, género, patología y medidas radiográficas en el 2º y 24º mes de postoperatorio. Resultados: Fue analizado un total de 39 pacientes con escoliosis neuromuscular. En la muestra hubo predominio de pacientes del sexo masculino (58,87%) y el promedio de edad fue de 14,05 años. La PJK ocurrió en 18 pacientes en el transcurso de 2 años de postoperatorio, con prevalencia de 46,15%. La incidencia de PJK en el 2° y 24° mes de postoperatorio fue de 23,1% y 30%, respectivamente. Conclusiones: Se encontró prevalencia de 46,15% de PJK en pacientes con escoliosis neuromuscular tratados quirúrgicamente con instrumentación por vía posterior después de 2 años de seguimiento, confrontando resultados anteriores. ***Nivel de evidencia III; Estudio observacional analítico transversal.***

Descriptores: *Cifosis; Escoliosis; Columna Vertebral.*

INTRODUÇÃO

A cifose juncional proximal (PJK), que consiste numa anormalidade não fisiológica no plano sagital, de ocorrência pós cirúrgica no segmento proximal da artrodese é uma das complicações pós operatória que afligem o cirurgião de coluna. Em 1989, Bernhardt e Bridwell[1] determinaram a angulação segmentar medida pelo método de Cobb de cada nível da coluna desde T1T2 a L5S1. Então em 1999 Lee et al.,[2] definiram como PJK anormal uma cifose $\geq$5º medida de T2 ao nível proximal instrumentado acima da soma dos valores normais de cada segmento, como descrito anteriormente por Bernhardt e Bridwell.[1] Glattes et al.,[3] em 2005 modificou a definição de PJK para um ângulo de Cobb sagital proximal juncional medido entre a placa vertebral inferior da vértebra proximal instrumentada (UIV) e a placa vertebral superior de duas vértebras suprajacentes $\geq$10º e ao menos 10º maior que a medida pré operatória do segmento. Em 2010 Helgeson et al[4] lançaram mão de outro método para definir PJK, usando como base a placa vertebral superior da vértebra adjacente e a placa vertebral inferior da UIV e sugeriram como anormal um ângulo maior que dois desvios padrões do normal para o segmento, que no caso foram 15º, e redefiniram como PJK qualquer aumento $\geq$15º da cifose pós operatória.

Atualmente não há consenso sobre a definição de PJK, porém a definição dada por Glattes et al.,[3] é a mais frequentemente usada na literatura.

O objetivo primário desse estudo foi analisar a prevalência de PJK nos pacientes com escoliose neuromuscular submetidos a artrodese da coluna vertebral via posterior com instrumentação.

MATERIAIS E MÉTODOS

Nesse estudo epidemiológico observacional retrospectivo, foram analisados 80 pacientes com escoliose neuromuscular submetidos a artrodese da coluna com instrumentação em um hospital terciário entre 01 de janeiro de 2014 e 31 de dezembro de 2016. Do banco de dados avaliado foram coletadas informações referentes a patologia dos pacientes, idade, gênero, data da cirurgia e radiografias panorâmicas da coluna vertebral na posição em pé ou sentado realizadas previamente à cirurgia, no 2º e 24º mês pós-operatório.

Para avaliação radiográfica e diagnóstico de PJK utilizamos o método proposto por Glattes et al.,[3] no qual o ângulo de Cobb sagital proximal juncional (PJA) aferido entre a placa vertebral inferior da vértebra proximal instrumentada (UIV) e a placa vertebral superior de duas vértebras suprajacentes mede $\geq$10º e ao menos 10º maior que a medida pré operatória do segmento. (Figura 1) Os dados foram obtidos de prontuário eletrônico. Como critério de inclusão, apenas pacientes com diagnóstico de escoliose neuromuscular submetidos consecutivamente a artrodese longa via posterior da coluna vertebral com instrumentação entre 01/01/2014 e 31/12/2016 que realizaram seguimento radiográfico adequado no 2° E 24° mês foram selecionados para esta pesquisa. Pacientes submetidos a artrodese via posterior da coluna vertebral sem diagnóstico de escoliose neuromuscular, assim como aqueles previamente submetidos a artrodese da coluna vertebral foram excluídos da mesma.

De acordo com os critérios mencionados acima, foram contabilizados em quais paciente houve progressão da cifose juncional proximal $\geq$10º e ao menos 10º maior que a medida pré operatória no 2º e 24º mês pós operatório.

Para as avaliações descritivas e testes analíticos, utilizou-se o programa SPSS, versão 20.0.0. As análises descritivas incluíram medidas de frequência, media e mediana. Este estudo foi submetido ao comitê de ética institucional, tendo dispensa do termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) concedido pelo mesmo e aprovado sob CAAE 08114019.8.0000.0085.

RESULTADOS

Um total de 39 indivíduos preencheram os critérios de inclusão do estudo. A escoliose neuromuscular, secundária a diversas patologias foram incluídas na pesquisa, conforme mostra a Tabela 1. Houve predomínio de paciente do sexo masculino (58,87%) (Tabela 2) e as idades mínima e máxima foi de oito e 24 anos, tendo média de 14,05 anos.

O PJA mínimo e máximo aferido no pré operatório foi de -14° e 17° (um dos casos o PJA medido foi definido como negativo, pois o mesmo era lordótico) e média de 6,28°. (Tabela 3) A prevalência de PJK após dois anos de seguimento pós operatório ocorreu em 18 dos 39 pacientes (46,15%). (Tabela 4) A incidência de PJK foi menor aos dois meses que aos dois anos após a cirurgia, sendo

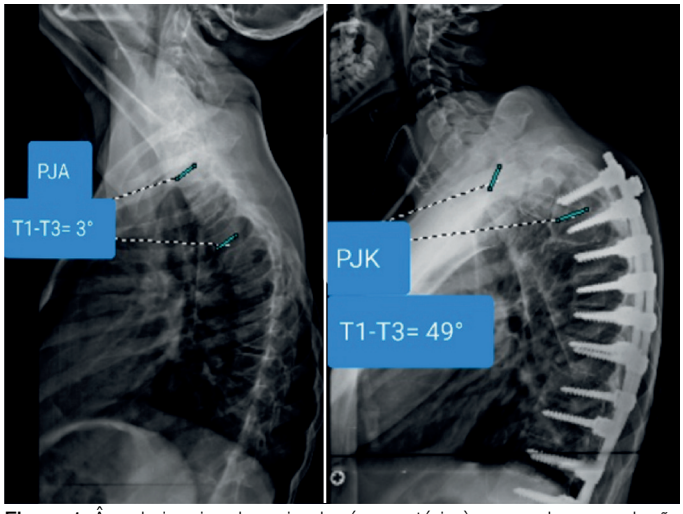

Figura 1. Ângulo juncional proximal pré operatório à esquerda e a evolução para a cifose juncional proximal à direita.

Tabela 1. Frequência por diagnóstico.

Diagnóstico	Frequência	Proporção %	Acumulado	Proporção acumlada %
Distrofia Muscular Congênita	2	5,128205	2	5,128205
Doença de Charcot	1	2,564103	3	7,692308
Mielomeningocele	3	7,692308	6	15,384615
Miopatia Central Core	1	2,564103	7	17,948718
Miopatia Mitocondrial	1	2,564103	8	20,512821
Paralisia cerebral	30	76,923077	38	97,435897
Sindrome de Leigh	1	2,564103	39	100
Total = 39				

nove indivíduos em cada grupo, contabilizando incidência de 23,1% e 30% respectivamente. (Tabelas 5 e 6)

A média angular de PJK No 2° mês e 2° ano pós operatório foram de, respectivamente, 28,7° e 26,3°, tendo PJK mínimo e máximo de 19° e 37° após o 2° mês e 11° e 54° no 2° ano após o tratamento.

DISCUSSÃO

O PJK foi avaliado extensamente com o passar dos anos, tanto na tentativa de definição diagnóstica, quanto para estabelecer valores epidemiológicos e fatores de risco para seu surgimento. Entretanto a grande maioria dos trabalhos são realizados em pacientes com deformidades da coluna de etiologia diversas (escoliose idiopática do adolescente -AIS-, deformidade do adulto -ASD-, doença de Sheuermann) que não são neuromusculares ou na escoliose de início precoce (EOS), tendo muito poucos destes feitos exclusivamente em pacientes com escoliose de etiologia neuromuscular.

Durante o decorrer do tempo alguns estudos demonstraram variância da prevalência e incidência de PJK. Em 1999 Lee et al[2] reportaram a prevalência de PJK em 46% dos 69 pacientes com AIS tratados cirurgicamente. Estudos posteriores foram elucidando tanto os fatores de risco quanto a prevalência e incidência de PJK na AIS, ASD e EOS.[3-5] Kim e colaboradores[6] demonstraram que a prevalência de PJK após seguimento médio de 7,3 anos foi de 26%, com diagnóstico de 82% até o 2° ano pós operatório e sem progressão significativa após 2 anos de cirurgia em pacientes com AIS, o que foi corroborado posteriormente por Kim et al[5] em novo trabalho com 410 casos e prevalência de 27%. Da mesma forma, resultados semelhantes foram encontrados por Glattes et al[3] e em outras pesquisas para ASD.[7,8]

Na EOS, prevalência semelhante de PJK também foi ratificada em diversos outros trabalhos, tanto em pacientes tratados com artrodese quanto em tratamentos com dispositivos de crescimento[8-11] ficando em torno de 26%. Chunda e colaboradores[12] encontraram uma prevalência de 11% de PJK, porém foi uma meta-analise em crianças e adolescentes com deformidade espinhal de qualquer etiologia tratada cirurgicamente. O surgimento do PJK ocorre nos primeiros meses[13-15] e após o 2° ano pós operatório há pouca progressão sendo que 66% é diagnosticado no 3° mês pós operatório e 80% após 1,5 anos da cirurgia.[15]

Como relatado anteriormente, poucos trabalhos foram realizados exclusivamente em pacientes com escoliose neuromuscular e estes mostraram taxas de prevalência e incidência divergentes. Em 2003 e 2012, Sink et al[16] e Lonstein et al[17] demonstraram trabalhos em pacientes com escoliose neuromuscular, principalmente paralisia cerebral, relatando PJK em quatro de 41 e dois de 93 pacientes estudados, respectivamente.

Este estudo demonstrou a prevalência de PJK em 46,15% dos pacientes com escoliose neuromuscular submetidos a correção cirúrgica com instrumentação via posterior da coluna vertebral, semelhante a trabalho realizado por Lee et al.,[2] porém em pacientes com AIS. Em relação a pesquisas mais recentes,[3,5-11] as quais obtiveram prevalência em torno de 26% em pacientes com AIS, ASD e EOS a prevalência encontrada foi maior. A incidência de PJK após decorrido dois meses da cirurgia (23,1%) foi menor que no 2° ano pós operatório (30%), sendo nove indivíduos em cada grupo, porém segundo Chen et al.,[13] e Lau et al[15] o diagnóstico de PJK era realizado de 66 a 90% dos casos nos três primeiros meses após o tratamento, o que confronta nossos resultados de diagnóstico de PJK em 50% nos dois primeiros meses após a cirurgia. As poucas pesquisas realizadas em pacientes com escoliose neuromuscular a prevalência de PJK foi menor que encontrada no nosso estudo[12,16,17] entretanto, nestas pesquisas os pacientes analisados foram submetidos a instrumentação menos rígida da coluna vertebral e os padrões radiográficos para o diagnóstico de PJK são diferentes dos utilizados neste trabalho.

CONCLUSÃO

A prevalência de PJK em pacientes com escoliose neuromuscular foi de 46,15% dois anos após a cirurgia. Houve diferença de incidência no 2° e 24° mês pós operatório, a qual foi de 23,1% e 30% respectivamente, sendo a incidência de escoliose no 2° mês pós operatório condizente a outros estudos realizados, porém estes feitos em pacientes com AIS, ASD E EOS.

Após a realização desse estudo vemos a necessidade de mais pesquisas voltadas para o surgimento do PJK em pacientes com escoliose neuromuscular, visto a falta de pesquisas recentes com os novos materiais de instrumentação na artrodese longa via posterior da coluna vertebral e os resultados conflitantes na literatura em relação a prevalência do PJK.

Todos os autores declaram não haver nenhum potencial conflito de interesses referente a este artigo.

Tabela 2. Frequência por sexo.

Sexo	Frequência	Proporção %	Acumulado	Proporção acumulada %
fem	16	41,025641	16	41,025641
mas	23	58,974359	39	100
Total = 39				

Tabela 3. Frequência do PJA pré-operatório.

Valor	Frequência	Proporção %	Acumulado	Proporção acumulada %
-14	1	2,564103	1	2,564103
2	4	10,25641	5	12,820513
3	2	5,128205	7	17,948718
4	4	10,25641	11	28,205128
5	6	15,384615	17	43,589744
6	3	7,692308	20	51,282051
7	2	5,128205	22	56,410256
8	7	17,948718	29	74,358974
9	4	10,25641	33	84,615385
10	1	2,564103	34	87,179487
12	4	10,25641	38	97,435897
17	1	2,564103	39	100
Total = 39				

Tabela 4. Prevalência de PJK após dois anos pós operatório.

PJK	Frequência	Proporção %	Acumulado	Proporção acumulada %
N	21	53,846154	21	53,846154
S	18	46,153846	39	100
Total = 39				

Tabela 5. Incidência de PJK no 2 ° mês pós operatório.

PJK	Frequência	Proporção %	Acumulado	Proporção acumulada %
N	30	76,923076	30	76,9
S	9	23,076924	39	100
Total 39				

Tabela 6. Incidência de PJK no 2 ° ano pós operatório.

PJK	Frequência	Proporção %	Acumulado	Proporção acumulada %
N	21	70	21	30
S	9	30	30	100
Total 30				

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES: Cada autor contribuiu individual e significantemente para o desenvolvimento deste artigo. RMF: redação, coleta e análise de dados, conceito intelectual, confecção de todo o projeto de pesquisa e revisão; KRBR: coleta e análise dos dados; MLC: análise estatística e revisão; IGV: redação e revisão; MIRN: análise estatística e revisão; MAL: cirurgias e revisão; AJR: cirurgias e revisão; PTMC: cirurgias , redação, revisão e conceito intelectual.

REFERÊNCIAS

1. Bernhardt M, Bridwell KH. Segmental analysis of the sagittal plane alignment of the normal thoracic and lumbar spines and thoracolumbar junction. Spine (Phila Pa 1976). 1989;14(7):717-21.
2. Lee GA, Betz RR, Clements DH III, Huss GK. Proximal kyphosis after posterior spinal fusion in patients with idiopathic scoliosis. Spine (Phila Pa 1976). 1999;24(8): 795-9.
3. Glattes RC, Bridwell KH, Lenke LG, Kim YJ, Rinella A, Edwards C II. Proximal junctional kyphosis in adult spinal deformity following long instrumented posterior spinal fusion: Incidence, outcomes, and risk factor analysis. Spine (Phila Pa 1976). 2005;30(14):1643-9.
4. Helgeson MD, Shah SA, Newton PO, Clements DH 3rd, Betz RR, Marks MC. Evaluation of proximal junctional kyphosis in adolescent idiopathic scoliosis following pedicle screw, hook, or hybrid instrumentation. Spine (Phila Pa 1976). 2010;35(2):177-81.
5. Kim YJ, Lenke LG, Bridwell KH, Kim J, Cho SK, Cheh G. Proximal junctional kyphosis in adolescent idiopathic scoliosis after 3 different types of posterior segmental spinal instrumentation and fusions: Incidence and risk factor analysis of 410 cases. Spine (Phila Pa 1976). 2007;32(24):2731-8.
6. Kim YJ, Bridwell KH, Lenke LG, Kim J, Cho SK. Proximal junctional kyphosis in adolescent idiopathic scoliosis following segmental posterior spinal instrumentation and fusion: Minimum 5-year follow-up. Spine (Phila Pa 1976). 2005;30(18):2045-50.
7. Yagi M, Akilah KB, Boachie-Adjei O. Incidence, risk factors and classification of proximal junctional kyphosis: surgical outcomes review of adult idiopathic scoliosis. Spine (Phila Pa 1976). 2011;36(1):E60–8.
8. Cho SK, Kim YJ, Lenke LG. Proximal Junctional Kyphosis Following Spinal Deformity Surgery in the Pediatric Patient. J Am Acad Orthop Surg. 2015;23(7):408-14.
9. Li Y, Meryl G, Karlin L. Proximal junctional kyphosis after vertical expandable prosthetic titanium rib insertion. Spine Deform. 2013;1(6):425–33.
10. El-Hawary R, Sturm P, Cahill P, Samdani A, Vitale M, Gabos P, et al. What is the risk of developing proximal junctional kyphosis during growth friendly treatments for early-onset scoliosis? J Pediatr Orthop. 2017;37(2):86-91.
11. Watanabe K, Uno K, Suzuki T, Kawakami N, Tsuji T, Yanagida H, et al. Risk factors for proximal junctional kyphosis associated with dual-rod growing-rod surgery for early-onset scoliosis. J Spinal Disord Tech. 2016;29(8):E428-33.
12. Yan C, Li Y, Yu Z.. Prevalence and Consequences of the Proximal Junctional Kyphosis After Spinal Deformity Surgery: A Meta-Analysis. Medicine (Baltimore). 2016;95(20):e3471.
13. Chen X, Chen ZH, Qiu Y, Zhu ZZ, Li S, Xu L, et al. Proximal junctional kyphosis after posterior spinal instrumentation and fusion in young children with congenital scoliosis: a preliminary report on its incidence and risk factors. Spine (Phila Pa 1976). 2017;42(20):E1197-203.
14. Akbarnia BA, Emans JB. Complications of growth-sparing surgery in early onset scoliosis. Spine (Phila Pa 1976). 2010;35(25):2193-204.
15. Lau D, Clark AJ, Scheer JK, Daubs MD, Coe JD, Paonessa KJ, et al. Proximal junctional kyphosis and failure after spinal deformity surgery: a systematic review of the literature as a background to classification development. Spine (Phila Pa 1976). 2014;39(25):2093–102.
16. Sink EL, Newton PO, Mubarak SJ, Wenger DR. Maintenance of sagittal plane alignment after surgical correction of spinal deformity in patients with cerebral palsy. Spine (Phila 1976). 2003;28(13):1396-403.
17. Lonstein JE, Koop SE, Novachek TF, Perra JH. Results and complications after spinal fusion for neuromuscular scoliosis in cerebral palsy and static encephalopathy using luque galveston instrumentation: experience in 93 patients. Spine (Phila Pa 1976). 2012;37(7):583-91.

SÍNDROME QUADRIL-COLUNA, AVALIAÇÃO RADIOGRÁFICA NO BALANÇO SAGITAL

HIP-SPINE SYNDROME, RADIOGRAPHIC EVALUATION OF THE SAGITTAL BALANCE

SÍNDROME DE COLUMNA-CADERA, EVALUACIÓN RADIOGRÁFICA EN EL BALANCE SAGITAL

Omar Mohamad Mansour Abdallah,[1,2] Xavier Soler Graells,[1,2] Álynson Larocca KulCheski,[1] Pedro Grein Del Santoro,[1] Marcel Luis Benato,[1] André Luis Sebben[1]

1. Universidade Federal do Paraná, Hospital de Clínicas, Departamento de Cirurgia, Curitiba, PR, Brasil.
2. Hospital do Trabalhador, Curitiba, PR, Brasil.

RESUMO

Objetivos: A síndrome quadril-coluna (SQC) é definida como a degeneração simultânea do quadril e da coluna lombar. O objetivo do presente estudo consiste em quantificar os valores do equilíbrio sagital na população com SQC e compará-los com os parâmetros normais do equilíbrio sagital. Métodos: Foi realizado um estudo retrospectivo em que foram avaliados 30 pacientes com SQC aguardando cirurgia de artroplastia total de quadril (ATQ). Foram aferidos os ângulos de lordose lombar (LL), declive sacral (DS), versão pélvica (VP), incidência pélvica (IP), harmonia espinopélvica (HP) e o IMC dos pacientes no estudo. Resultados: Participaram do estudo 17 mulheres e 13 homens, sendo que a LL média foi de 39,55°, DS 36,92°, VP 25,77°, IP 62,72°, HP 23,17° e IMC 25,55. Apenas o DS não apresentou valor alterado quando comparado aos valores normais da população. Conclusão: A SQC está cada vez mais presente em nosso meio devido ao envelhecimento populacional. O equilíbrio sagital ganha cada vez mais espaço nos estudos relacionados às patologias da coluna vertebral. Com exceção do DS, os demais parâmetros medidos nesse estudo apresentaram valores alterados quando comparados à média populacional. ***Nível de Evidência II; Estudo observacional e retrospectivo.***

Descritores: Equilíbrio Postural; Osteoartrite da Coluna Vertebral; Artroplastia de Quadril; Osteoartrite do Quadril; Dor Lombar; Pelve; Radiografia.

ABSTRACT

Objectives: The hip-spine syndrome (HSS) is defined as the simultaneous degeneration of the hip and lumbar spine. The objective of this study is to quantify the sagittal balance values in the population with HSS and to compare them with the normal sagittal balance parameters. Methods: A retrospective study was conducted in which 30 patients with HSS who were waiting for total hip arthroplasty (THA) were evaluated. The lumbar lordosis (LL), sacral slope (SS), pelvic tilt (PT), pelvic incidence (PI) and spinopelvic harmony (SH) angles and the BMI of these patients were measured. Results: Seventeen women and 13 men participated in the study, with a mean LL of 39.55°, a mean SS of 36.92°, a mean PT of 25.77°, a mean PI of 62.72°, a mean SH of 23.17° and a mean BMI of 25.55. Only the SS did not present a changed value when compared to the normal values of the population. Conclusions: HSS is increasingly present in our environment due to the aging population. Sagittal balance is gaining more and more attention in studies related to spinal pathologies. All the parameters measured in this study, except for SS, presented altered values when compared to the populational means. ***Evidence Level II; Observational and retrospective study.***

Keywords: *Postural Balance; Osteoarthritis, Spine; Arthroplasty, Replacement, Hip; Low Back Pain; Pelvis; Radiography.*

RESUMEN

Objetivos: El Síndrome de Columna-Cadera (SCC) se define como la degeneración simultánea de la columna lumbar y la cadera. El objetivo del presente estudio consiste en cuantificar los valores del equilibrio sagital en la población con SCC y compararlos con los parámetros normales del equilibrio sagital. Métodos: Se realizó un estudio retrospectivo en el que se evaluaron 30 pacientes con SCC que esperaban cirugía para artroplastia total de cadera (ATC). Fueron medidos los ángulos de lordosis lumbar (LL), pendiente sacra (PS), versión pélvica (VP), incidencia pélvica (IP), armonía espinopélvica (AP) y el IMC de los pacientes en el estudio. Resultados: Participaron en el estudio 17 mujeres y 13 hombres, siendo que la LL promedio fue de 39,55 °, PS 36,92°, VP 25,77°, IP 62,72°, AP 23,17° e IMC 25,55. Sólo la PS no presentó un valor alterado, cuando comparado a los valores normales de la población. Conclusión: El SCC está cada vez más presente en nuestro medio debido al envejecimiento poblacional. El equilibrio sagital está ganando cada vez más espacio en los estudios relacionados a las patologías de la columna vertebral. Con excepción de la PS, los demás parámetros medidos en este estudio presentaron valores alterados cuando comparados al promedio poblacional. ***Nivel de Evidencia II; Estudio observacional y retrospectivo.***

Descriptores: *Equilibrio Postural; Osteoartritis de la Columna Vertebral; Artroplastia de Reemplazo de Cadera; Osteoartritis de la Cadera; Dolor de la Región Lumbar; Pelvis; Radiografía.*

Trabalho realizado no Hospital do Trabalhador - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil.
Correspondência: Omar Mohamad Mansour Abdallah. Rua Beijamin Constant, 155, 802, Maringá, PR, Brasil. 87020-060. mohamad_omar27@live.com

CC BY

http://dx.doi.org/10.1590/S1808-185120201903222946

Recebido em 22/04/2019 aceito em 20/02/2020

INTRODUÇÃO

A síndrome Quadril-Coluna (SQC) é definida como a ocorrência de alterações degenerativas simultâneas no quadril e na coluna lombar. O complexo lombopélvico e a articulação do quadril são estruturas anatômicas que se interagem.[1] A perda da harmonia do complexo lombopélvico, leva a sobrecargas articulares tanto dos quadris quanto da coluna lombossacra e incapacitam o aparelho locomotor globalmente.[2,3]

A coluna vertebral e a pelve apresentam uma íntima relação, a qual chamamos de equilíbrio sagital. *Duval Beaupèrre* descreveu parâmetros radiográficos para a medida deste equilíbrio: incidência pélvica (IP), versão pélvica (VP) e declive sacral (DS).[4,5] Estes últimos dois parâmetros podem variar de acordo com a posição da pelve no espaço, podendo ter seus valores alterados como mecanismo de compensação secundários a patologias da coluna.[6] Já a IP apresenta-se com valores fixos. Alterações relacionadas as estruturas osteoarticulares, miofasciais ou propriamente nos paramentos espinopélvicos podem desencadear o desequilíbrio sagital.[7] (Figura 1)

Além dos parâmetros relatados por *Duval Beaupèrre*, também é descrita a harmonia espino-pélvica a qual tem relação entre a Incidência Pélvica (IP) e a Lordose Lombar (LL), e é calculada pela subtração entre IP e LL e varia de 10-20°. Esse parâmetro tem sido fortemente correlacionado com dor e incapacidade funcional quando fora dos valores normais.[8]

A literatura tem demonstrado que as patologias da coluna vertebral podem alterar o equilíbrio sagital espino-pélvico e também evidencia que a restauração da biomecânica do quadril degenerado, por meio da sua artroplastia total, pode influenciar a sintomatologia na coluna lombar.[9] Sendo assim, temos como objetivo deste trabalho, realizar a mensuração dos valores radiográficos espino-pélvicos e da harmonia espino-pélvica em pacientes com lombalgia e coxartose com indicação de ATQ e comparar com os valores considerados normais para a população.

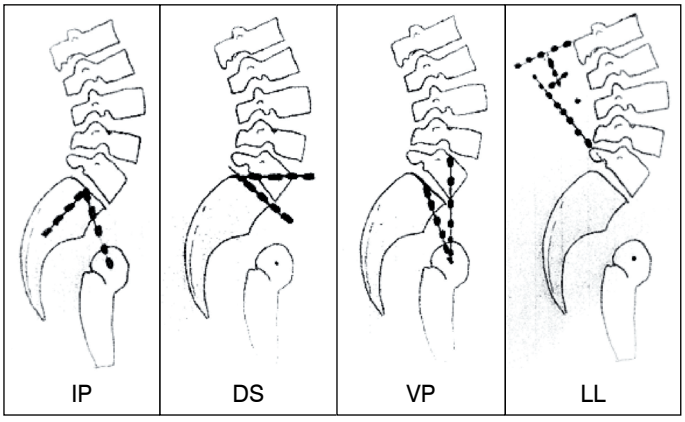

Figura 1. Demonstração dos ângulos de incidência pélvica (IP), declive sacral (DS) , versão pélvica (VP) e Lordose Lombar (LL).

MATERIAIS E MÉTODOS

Estudo observacional e retrospectivo, aprovado no Comitê de Ética de Hospital Universitário terciário sob número CAAE 82941818.2.0000.5225. Foi solicitado dispensa do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, por se tratar de estudo observacional, sem intervenções no paciente, no qual se avaliaram somente os exames radiográficos prévios dos pacientes.

Foram selecionados, consecutivamente, pacientes com idade entre 40 e 100 anos que faziam acompanhamento ambulatorial simultâneo na especialidade de cirurgia do quadril por coxartrosee com indicação de artroplastia total de quadril e mantinham acompanhamento no ambulatório de cirurgia da coluna vertebral por sintoma de lombalgia. O estudo foi realizado de novembro de 2017 a julho de 2018.

Os pacientes foram avaliados ambulatorialmente aguardando a realização da cirurgia da artroplastia de quadril. A avaliação foi realizada por um único médico ortopedista, através da medição angular do equilíbrio sagital feito nas radiografias, seguindo a técnica de Duval Beaupèrre. Foram realizadas radiografias em perfil da coluna lombar em chassis de 30 × 90 cm, englobando as cabeças do fêmur bilaterais, realizadas com o paciente em ortostatismo com os joelhos em extensão e os membros superiores em flexão de 90 graus. A distância da ampola radiográfica em relação ao paciente foi de 230 cm.

Foram comparados os resultados entre as diferenças dos valores do equilíbrio sagital em pacientes com coxartrose primária unilateral com os valores angulares médios da população considerada normal segundo a literatura e conforme a tabela abaixo. (Tabela 1)

Além dos valores espinopélvicos foram avaliados dados epidemiológicos dos pacientes como sexo, idade, raça e Índice de Massa Corporal (IMC).

Foram excluídos deste estudo os pacientes com cirurgia prévia na coluna lombar ou na pelve, dismetria de membros inferiores maior que 1cm, pacientes com espondilolistese, fratura da coluna lombar ou pelve prévias, escoliose, otopelve, tumores na coluna ou na pelve e espondilodiscites.

A análise estatística foi feita através do software R version 3.4.4 e aplicado o teste T de student, com valor considerado estatisticamente significativo de $p < 0,05$.

Tabela 1. Demonstrando os valores considerados normais na literatura.

Parâmetros	Variabilidade em graus	Média em graus
Lordose lombar (LL)	40 - 60°	50°
Declive sacral (DS)	30 – 50°	39°
Versão pélvica (VP)	10 – 20°	12°
Incidência Pélvica (IP)	40 – 65°	51°
Harmonia Espinopélvica (HP)	10 – 20°	12°

Fonte: Henneman S. et al[9] e Kulcheski, e At al.[10]

RESULTADOS

Preencheram os critérios de inclusão no estudo 30 pacientes, sendo 17 mulheres (56,7 %) e 13 homens (43,3%). Vinte e três pacientes (76,7%) eram brancos e 7 (23,3%) eram negros. Os pacientes possuíam média de idade de 62,7 anos, variando de 36 a 78 anos. Estes dados podem ser melhor visualizados na Tabela 2.

O estudo apresentou um IMC médio de 25,5, variando de 17,2 até 37,2.

Dos trinta pacientes avaliados, quinze pacientes (50%) estavam dentro dos valores aceitáveis para LL (40-60°), com um valor referência médio de 50°, treze pacientes apresentavam LL abaixo dos 40° (43.3%) e dois pacientes estavam acima de 60° (6.7%). Em relação à lordose lombar, 50% dos pacientes possuíam lordose lombar maior que 41.75° (valor mediano).

Outro parâmetro analisado foi o DS, vinte e dois pacientes (73.3%) estavam dentro dos valores aceitáveis para o valor de referência, com valor de referência médio de 39°. Dos pacientes restantes, seis (20%) encontravam-se abaixo e dois (6,7%) pacientes encontravam-se acima do valor de referência.

Com relação a IP, dos trinta pacientes avaliados, dezesseis (53.3%) estavam dentro dos valores aceitáveis (40-65°), e catorze (46.7%) estavam acima dos valores considerados normais.

Referente a VP, metade dos pacientes estavam dentro dos valores aceitáveis (10-25°) e os demais estavam acima do valor aceitável.

O valor médio observado para a variável HP foi de 23,1. O valor máximo encontrado foi de 53,9. Desses pacientes vinte (66.7%) foram classificados como descompensados. (Figura 2)

A Figura 3 se refere ao valor encontrado em nosso estudo comparado com os valores de referência na literatura.

Tabela 2. Dados epidemiológicos e valores angulares individualizado.

Pacientes	Sexo	Idade	Lordose Lombar (LL)	Declive Sacral (DS)	Incidência Pélvica (IP)	Versão Pélvica (VP)	Harmonia Espinopélvica (HP= IP – LL)	IMC	Raça
1	Homem	56	13,2	32,7	67,1	34,4	53,9 desq	22,8	B
2	Homem	59	38,6	43,3	65,8	22,5	27,2 desq	29,4	B
3	Mulher	61	32	20,5	44,7	24,2	12,7	18,1	B
4	Mulher	64	50	39	77,3	38,3	27,3 desq	27,6	B
5	Homem	50	62,5	43,9	81,7	37,8	19,2	25,9	B
6	Homem	49	25,7	26,9	43,9	17	18,2 desq	17,2	B
7	Homem	54	46,8	38	68,6	30,6	21,8 desq	29,2	N
8	Mulher	67	47	30	53,9	23,9	6,9 desq	27,4	B
9	Homem	71	39,4	36	51	15	11,6 desq	28,6	B
10	Mulher	54	42,4	55	71	16	28,6 desq	23	B
11	Mulher	63	37,3	31	54	23	16,7	21,2	N
12	Mulher	57	23,8	33	46	13	22,2 desq	37,2	N
13	Homem	69	45,1	36	68,7	32,7	23,6 desq	29,1	B
14	Mulher	64	40	46,1	70,6	24,5	30,6 desq	27,5	B
15	Mulher	70	28,7	37,5	56,5	19	27,8 desq	18,3	B
16	Mulher	65	42	34,3	61,5	27,2	19,5	25,6	N
17	Homem	60	36,1	29	55	26	18,9	26,8	B
18	Mulher	58	24,5	35	53,2	18,2	28,7 desq	24,5	B
19	Homem	69	48	40	73,5	33,5	25,5 desq	27,3	B
20	Mulher	66	42,2	48,7	77,5	27,8	35,3 desq	32,1	N
21	Mulher	63	43	29,3	54,9	25,6	11,9	24,3	B
22	Homem	73	41,5	39	57,7	18,7	16,2	34,5	N
23	Homem	78	30	39,5	67,9	28,4	37,9 desq	18,4	B
24	Mulher	67	29	27,4	48,9	21,5	19,9	23	B
25	Mulher	65	43,3	40,5	69,5	29	26,2 desq	33,2	N
26	Homem	67	60,2	42,1	78,3	36,2	18,1	28,7	B
27	Homem	71	50	34	63,4	29,4	13,4 desq	18	B
28	Mulher	66	47,3	55,4	86,7	31,3	39,4 desq	22,1	B
29	Mulher	69	35	26	49,4	23,4	14,4	26,8	B
30	Mulher	36	42	38,5	63,4	24,9	21,4 desq	18,7	B

*Desq - Desequilibrados, *B – Branco, *N - Negro.

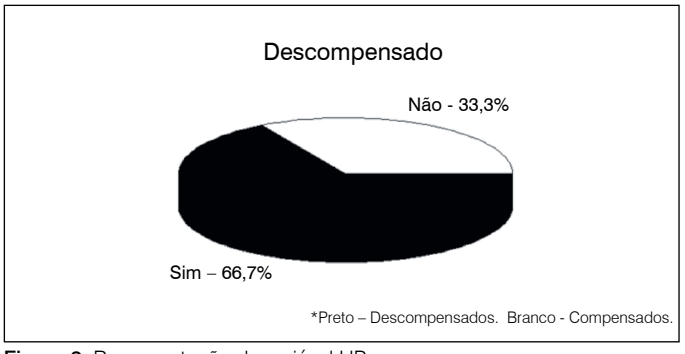

Figura 2. Representação da variável HP.

A Tabela 3 mostra a distribuição dos valores médios e o desvio padrão respectivos de cada variável analisada. A Figura 4 se refere aos valores da Tabela 3.

DISCUSSÃO

Comparando os pacientes apresentados nesse estudo em relação a população normal, observamos que nossos pacientes estão com sobrepeso de acordo com OMS, apresentando um valor médio de 25,55. Kulcheski et al.,[10] mostraram que a versão pélvica se encontra acima da média na população obesa, fato corroborado neste estudo. Silva et al.,[11] observaram um aumento significativo da dor lombar crônica conforme o aumento IMC em uma população adulta. A "carga extra" pode alterar o equilíbrio biomecânico do corpo e, assim, aumentar o risco de dor lombar crônica em pessoas com sobrepeso e obesidade. Já relacionado a coxartrose, Mork et al.,[12] fizeram uma pesquisa que analisou a relação do Índice de Massa Corporal (IMC) e do exercício físico com o risco de osteoartrite de joelho e de quadril. Neste estudo longitudinal, foram observados mais de 15.000 mulheres e mais de 14.000 homens, em um *follow-up* de 11 anos no qual foi analisada a ocorrência de osteoartrite auto relatada. E, apesar de ter sido observada associação positiva entre IMC e osteoartrite de joelho, a associação entre IMC e osteoartrite de quadril não ficou clara.

O valor médio observado para variável harmonia pélvica foi de 23.17, com valor máximo de 53.9. Ao analisarmos, 66.7 % dos pacientes nesse estudo estão descompensados. Esse parâmetro tem sido fortemente correlacionado com dor e incapacidade funcional, segundo Lafage et al.[13] Através do trabalho de Yagi et al.,[14] pacientes com incompatibilidade da harmonia pélvica PI-LL $< 10°$ apresentam retroversão pélvica, obliquidade pélvica e flexão dos joelhos, já o PI-LL $> 20°$ traz como consequência cifose toracolombar e hipolordose, confirmando a piora da qualidade de vida.

A média de LL aceitável para uma população normal é de 40-60°. No presente estudo, 50% dos pacientes encontram-se dentro da normalidade, sendo que treze pacientes apresentam lordose lombar abaixo dos 40° (43.3%) e dois pacientes estão acima de 60° (6.7%). Considerando um valor normal médio de 50° para a lordose lombar, este trabalho encontrou um valor médio de 39,9°, sendo uma diferença estatisticamente significativa ao se utilizar p-valor $< 0,05$. Segundo Barbosa et al.,[15] a lordose lombar é influenciada pela

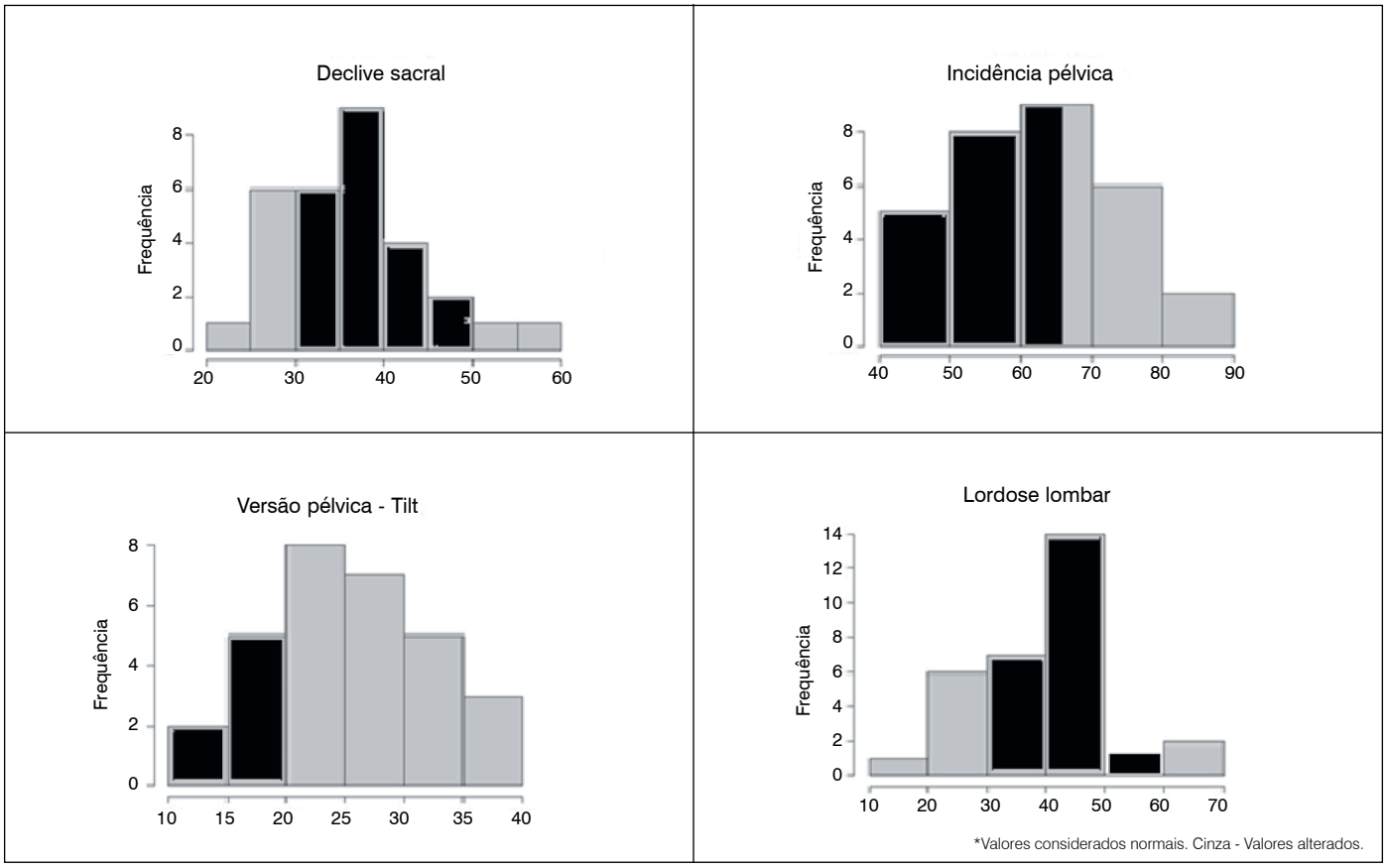

Figura 3. Relação entre a variação angular e a frequência das variáveis – DS, IP, LL e VP.

Tabela 3. Valores encontrados nas variáveis idade, LL, DS, IP, VP, HP e IMC.

Variável	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
Idade	62,7	64,5	36	78	8,47
Lordose Lombar (LL)	39,55	41,75	13,2	62,5	10,63
Declive Sacral (DS)	36,92	36,75	20,5	55,4	8,07
Incidência Pélvica (IP)	62,72	63,4	43,9	86,7	11,63
Versão Pélvica (VP)	25,77	25,25	13	38,3	6,79
HP = PI – LL (HP)	23,17	21,6	6,9	53,9	9,77
IMC	25,55	26,35	17,2	37,2	5,19

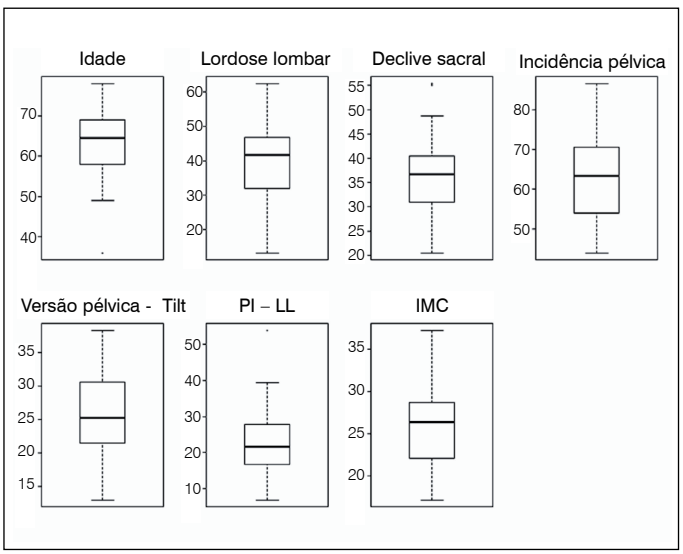

Figura 4. Boxplots referente a tabela 3.

incidência pélvica, inclinação pélvica e declive sacral. O aumento da incidência pélvica e declive sacral e a inclinação pélvica anterior (anteversão da pelve) determinam o aumento da lordose lombar. Os estudos realizados associam o aumento da lordose lombar ao gênero feminino, raça negra, ortostatismo, aumento do índice de massa corporal (IMC), diminuição da atividade física e movimento de extensão da coluna lombar. A diminuição da lordose lombar está associada a idade avançada, gênero masculino, diminuição do IMC, aumento da atividade física e movimento de flexão da coluna lombar. Em nosso trabalho observamos divergência com estudo acima, onde nossos pacientes apresentam sobrepeso e hipolordose.

Em relação ao declive sacral, dos trinta pacientes, seis (20%) encontravam-se abaixo e dois (6,7%) pacientes encontravam-se acima do valor de referência, apresentando p-valor = 0.17. Logo, conclui-se que o declive sacral médio dos pacientes presentes neste estudo (valor de 36,92°), não difere, estatisticamente, de 39° em relação a população normal. Quanto mais horizontalizado for o platô sacral menor será o declive. Conforme a posição do platô sacral, forças poderão agir sobre os discos e as facetas causando sobre carga e acelerando a degeneração discal.

Nos resultados relacionados a versão pélvica, quinze (50%) pacientes estão acima dos valores aceitáveis com p-valor < 0.05. Conclui-se que a VP média dos pacientes deste estudo (25,77) difere, estatisticamente, do valor mediano de 15°. Valores mais elevados indicam retroversão da pelve. A retroversão da pelve é um mecanismo compensatório do desequilíbrio sagital, levando para posterior o eixo de gravidade. Para compensar a retroversão da pelve, ocorre uma cascata mudanças estruturais, aumento da cifose torácica, retificação da lordose lombar e flexão dos joelhos, demonstrando a piora dos parâmetros na qualidade de vida desses pacientes, confirmando que a posição pélvica tem correlação com o comprometimento da capacidade funcional dos pacientes.

Referente a IP observamos que dos trinta pacientes avaliados neste estudo dezesseis (53.3%) estavam dentro dos valores

aceitáveis (40-65°), e catorze (46.7%) estão acima dos valores considerados normais com *p*-valor < 0.05. Logo, conclui-se que a incidência pélvica média dos pacientes presentes no estudo (62,72) difere, estatisticamente, de 51°, quando relacionado a outros indivíduos. A incidência pélvica é um parâmetro anatômico, exclusivo, para cada indivíduo e independe da orientação da pelve. De acordo com Kulcheskiet et al.,[10] a incidência pélvica aumentada e a obesidade podem levar a degeneração precoce da coluna lombossacra, podendo se comportar semelhante a uma patologia intrínseca da coluna vertebral, como a espondilolistese. Segundo o trabalho de Miranda et al.,[16] pacientes com IP alto apresentam uma sobrecarga nos elementos posteriores da coluna lombar, que aumentam a possibilidade de aparecimento de lesões das facetas e pars interarticulares. No entanto, nem todos pacientes com extremos de IP desenvolvem alguma patologia na coluna, assim como nem todos pacientes com alguma patologia precisem ter valores extremos. Um valor elevado implica uma orientação pélvica bem inclinada e lordose acentuada.

Considerando o estudo de Ben-Galim et al.,[17] conforme a hipótese de Offierski MacNab em 1983 a coxartrose deve ser tratada primeiro, demonstrado maior influência na melhoria pós-operatória de um quadro de lombalgia prévia. Grammatopoulos et al[18] propuseram um estudo comparando ATQ antes e depois da artrodese lombar e destacaram que ATQ deve ser realizado primeiro em um segmento curto de artrodese (Até dois niveis). Atualmente no estudo de Morimoto et al.,[19] no que diz respeito a SCQ, associado com o aumento da lordose, leva a subluxação acetabular devido à contração do quadril e que a condição induzia a inclinação anterior compensatória da pélvis para melhorar a aproximação do acetábulo para a cabeça femoral. Tendo como tendência primeiramente corrigir o equilíbrio sagital para evitar cirurgia de revisão do quadril. Concluímos que devemos corrigir o equilíbrio sagital antes da realização da ATQ.

São poucos os dados na literatura que relacionam a SQC e o equilíbrio sagital. Necessitam-se mais estudos com um número maior de pacientes para melhor compreensão do assunto. Desta forma, poderíamos indicar com mais precisão qual a ordem na abordagem cirúrgica da síndrome quadril coluna e assim restabelecer o equilíbrio sagital.

CONCLUSÃO

Observamos que houve diferença significativa nas variáveis da LL, VP, IP e na HP com relação a população normal e que, aproximadamente, 70% dos pacientes apresentam-se desequilibrados com relação aos valores normais do equilíbrio sagital.

Todos os autores declaram não haver nenhum potencial conflito de interesses referente a este artigo.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES: Cada autor contribuiu individual e significativamente para o desenvolvimento do manuscrito. OMMA: Redação, revisão e realização das cirurgias, análise estatística, conceito intelectual e confecção de todo o projeto de pesquisa; XSG: Cirurgias, análise dos dados e redação. ALK, ALS: Análise estatística, cirurgias e revisão. PGDS: Análise das lâminas e revisão. MLB: Redação e revisão e conceito intelectual.

REFERÊNCIAS

1. Lazennec JY, Brusson A, Rousseau MA. Hip-spine relations and sagital balance clinical consequences. Eur Spine J. 2011;20(Suppl 5):686-98.
2. Offierski C, MacNab I. Hip-spine syndrome. Spine (Phila Pa 1976). 1983;8(3):316-21.
3. World Health Organization (WHO) [internet]. [Accessed in January 15, 2013]. Available from: http://www.who.int/chp/topics/rheumatic/en/
4. Brandt RA, Wajchenberg M. Estenose do canal vertebral cervical e lombar. Einstein. 2008;6(Supl 1):S29-32.
5. Vital J, Garcia A, Sauri J, Soderlund C, Gangnet N, Gille O. Equilibrio sagital y su aplicación em patologías de columna vertebral. Rev Ortop Traumatol. 2006;50(6):447-53.
6. Vialle R, Levassor N, Rillardon L, Templier A, Skalli W, Guigui P. Radiographic analysis of the sagittal alignment and balance of the spine in asymptomatic subjects. J Bone Joint Surg Am. 2005;87(2):260-7.
7. Boulay C, Tardieu C, Hecquet J, Benaim C, Mouilleseaux B, Marty C, et al. Sagittal alignment of spine and pelvis regulated by pelvic incidence: standard values and prediction of lordosis. Eur Spine J. 2006;15(4):415-22.
8. Vital J, Garcia A, Sauri J, Soderlund C, Gangnet N, Gille O. Equilibrio sagital y su aplicación em patologías de columna vertebral. Rev Ortop Traumatol. 2006;50(6):447-53.
9. Henneman SA, Antoneli PHL, Oliveira GC. Incidência Pélvica: Um parâmetro Fundamental para Definição do Equilíbro Sagital da Coluna Vertebral. Coluna/Columna. 2012;11(3):237-9.
10. Kulcheski AL, Soler IG, Xavier Benato ML, Baretta G. Avaliação angular do equilíbrio sagital em pacientes obesos. Coluna/Columna. 2013;12(3):224-7.
11. Silva MC, Fassa AG, Valle NCJ. Dor lombar crônica em uma população adulta do sul do Brasil: prevalência e fatores associados. Cad Saúde Pública. 2004;20(2):377-85.
12. Mork PJ, Holtermann A, Nilsen TI. Effect of body mass index and physical exercise on risk of knee and hip osteoarthritis: longitudinal data from the Norwegian HUNT study. J Epidemiol Community Health. 2012;66(8):678-83.
13. Lafage V, Schwab F, Patel A, Hawkinson N, Farcy JP. Pelvic tilt and truncal inclination: two key radiographic parameters in the setting of adults with spinal deformity. Spine (PhilaPa 1976). 2009;34(17):E599-606.
14. Yagi M, Kaneko S, Yato Y, Asazuma T. Standing balance and compensatory mechanisms in patients with adult spinal deformity. Spine (Phila Pa 1976). 2016;42(10):E584–91.
15. Barbosa J, Filipe F, Marques E. Hiperlordose Lombar. Revista SPMFR. 2011;20(2):36-42.
16. Miranda SF, Corotti VGP, Menegaz P, Ueda W, Vialle EM, Vialle R. Influência da artroplastia total de quadril sobre o equilíbrio sagital lombopélvico: avaliação dos parâmetros radiográficos. Rev Bras Ortop. 2018; in press, corrected proof.
17. Ben-Galim P, Ben-Galimq T, Rand N, Haim A, Hipp J, Dekel S, et al. Hip spine syndrome: the effect of total hip replacement surgery on low back pain in severe osteoarthritis of the hip . Spine (Phila Pa 1976). 2007;32(19):2099-102.
18. Grammatopoulos G, Dhaliwal K, Pradhan R, Parker SJ, Lynch K, Marshall R, et al. Does lumbar arthrodesis compromise outcome of total hip arthroplasty? Hip Int. 2019;29(5):496-503.
19. Morimoto T, Kitajima M, Tsukamoto M, Yoshihara T, Sonohata M, Mawataril M. Sagittal spino-pelvic alignment in rapidly destructive coxarthrosis. Eur Spine J. 2018;27(2):475-81.

DOES THE USE OF DYNAMIC SURGICAL GUIDANCE ASSIST ACCURATE PEDICLE SCREW PLACEMENT IN PATIENTS WITH OSTEOPOROSIS OR OSTEOPENIA?

O USO DO GUIA CIRÚRGICO DINÂMICO AUXILIA A ACURÁCIA DO POSICIONAMENTO DOS PARAFUSOS PEDICULARES EM PACIENTES COM OSTEOPOROSE OU OSTEOPENIA?

¿EL USO DE GUÍA QUIRÚRGICA DINÁMICA AYUDA A COLOCAR CON PRECISIÓN LOS TORNILLOS PEDICULARES EN PACIENTES CON OSTEOPOROSIS U OSTEOPENIA?

Helton L A Defino,[1] John Williams,[2] Georgia-Lea Williams,[3] Keri George,[4] Randal Betz,[5] David Powell,[6] John Gaughan,[7] Maurice Bourlion,[8]

1. Ribeirão Preto Medical School, University of São Paulo, Ribeirão Preto, São Paulo, Brazil
2. Orthopedic North East, Fort Wayne, Indiana, USA
3. Wheaton University, Wheaton, Illinois, USA
4. SpineGuard Inc – San Francisco, CA, United States
5. Institute for Spine & Scoliosis, Lawrenceville, New Jersey USA
6. FW Radiology, Fort Wayne, Indiana, USA
7. Temple University School of Medicine, Philadelphia, Pennsylvania USA
8. Jean Monnet University, Saint-Etienne, France

ABSTRACT

Objective: To compare the use of a dynamic surgical guide (PediGuard®) and pilot hole preparation, with the use of a probe and the aid of fluoroscopy in osteoporotic or osteopenic patients undergoing pedicular fixation of the thoracic or lumbar spine. Methods: One hundred and eight patients were randomized. A pilot hole was prepared with the dynamic surgical guide (PediGuard®), or with a probe with the aid of fluoroscopy. A total of 657 vertebral pedicles (120 thoracic and 180 lumbar) were included in the study. The parameters used for the comparison were: accuracy of the pedicular screw, number of fluoroscopic shots, and change in intraoperative trajectory of the perforation after detecting pedicle wall rupture. Results: In the group with use of the dynamic surgical guide, malpositioning of the pedicle screws was observed in 8 (2.6%) patients and intraoperative change of perforation trajectory in 12 (4%) patients, and there were 52 fluoroscopic shots. In the group without use of the dynamic surgical guide (PediGuard®), misplacement of the pedicle screws was observed in 33 (11%) patients and intraoperative change of perforation trajectory in 47 (13.2%) patients, and there were 136 fluoroscopic shots. Conclusion: The use of the dynamic surgical guide (PediGuard®) in patients with osteoporosis or osteopenia enabled more accurate placement of pedicular screws, with less change in the intraoperative course of the perforation and less intraoperative radiation. ***Level of Evidence II; Randomized clinical trial of lesser quality.***

Keywords: Orifice Valves; Fluoroscopy; Bone Diseases, Metabolic; Bone Screws.

RESUMO

Objetivo: Comparar o uso de um guia cirúrgico dinâmico (PediGuard®) e o preparo de orifício piloto com uma sonda e o auxílio de fluoroscopia em pacientes com osteopenia ou osteoporose submetidos à fixação pedicular da coluna torácica ou lombar. Métodos: Cento e oito pacientes foram randomizados. Um orifício piloto foi preparado com o guia cirúrgico dinâmico (PediGuard®) ou com uma sonda com auxílio de fluoroscopia. Foram incluídos no estudo 657 pedículos vertebrais (120 torácicos e 180 lombares). Os parâmetros usados para a comparação foram: acurácia da colocação do parafuso pedicular, número de disparos fluoroscópicos e mudança da trajetória intraoperatória da perfuração depois da detecção de ruptura da parede do pedículo. Resultados: No grupo de pacientes em que se usou o guia cirúrgico dinâmico, observou-se mau posicionamento dos parafusos pediculares em oito (2,6%) pacientes e alteração da trajetória intraoperatória da perfuração em 12 (4%) pacientes, com 52 disparos fluoroscópicos. No grupo de pacientes em que o guia cirúrgico dinâmico (PediGuard®) não foi usado o mau posicionamento dos parafusos pediculares foi observado em 33 (11%) pacientes, a mudança intraoperatória da trajetória da perfuração foi vista em 47 (13,2%) pacientes, com 136 disparos fluoroscópicos. Conclusão: O uso do guia cirúrgico dinâmico (PediGuard®) em pacientes com osteoporose ou osteopenia permitiu a colocação de parafusos pediculares com maior acurácia, com menor alteração da trajetória intraoperatória da perfuração e menor dose de radiação intraoperatória. ***Nível de Evidência II; Estudo clínico randomizado de menor qualidade.***

Descritores: *Válvulas de Orifício; Fluoroscopia; Doenças Ósseas Metabólicas; Parafusos Ósseos.*

RESUMEN

Objetivo: Comparar el uso de una guía quirúrgica dinámica (PediGuard®) y la preparación del orificio piloto con una sonda y la ayuda de fluoroscopia en pacientes con osteopenia u osteoporosis sometidos a fijación pedicular de la columna torácica o lumbar. Métodos: Ciento ocho pacientes fueron asignados aleatoriamente. Se preparó un orificio piloto preparado con la guía quirúrgica dinámica (PediGuard®) o con

Study conducted at the Hospital das Clínicas Ribeirão Preto and Orthopedic North East, Fort Wayne, Indiana, USA.
Correspondence: Helton L. A. Defino. Department of Orthopedics and Anesthesiology. Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto-UP. Av. Bandeirantes, 3900, Monte Alegre, CEP: 14049-900 - Ribeirão Preto,SP, Brasil. hladefin@fmrp.usp.br

http://dx.doi.org/10.1590/S1808-185120201903236062

CC BY

Received on 04/03/2020 accepted on 04/16/2020

una sonda con ayuda de fluoroscopia. Se incluyeron en el estudio 657 pedículos vertebrales (120 torácicos y 180 lumbares). Los parámetros utilizados para la comparación fueron: precisión de la colocación del tornillo pedicular, número de disparos del dispositivo de fluoroscopia y cambio en la trayectoria intraoperatoria de la perforación después de la detección de ruptura de la pared del pedículo. Resultados: En el grupo de pacientes en el que se utilizó la guía quirúrgica dinámica, se observó mal posicionamiento de los tornillos pediculares en 8 (2,6%) pacientes y cambios de la trayectoria intraoperatoria de la perforación en 12 (4%) pacientes, con 52 disparos del aparato de fluoroscopia. En el grupo de pacientes en los que no se utilizó la guía quirúrgica dinámica (PediGuard®), se observó un mal posicionamiento de los tornillos pediculares en 33 (11%) pacientes, el cambio intraoperatorio de la trayectoria de perforación se observó en 47 (13,2%) pacientes, con 136 disparos fluoroscópicos. Conclusión: El uso de la guía quirúrgica dinámica (PediGuard®) en pacientes con osteoporosis u osteopenia permitió la colocación de tornillos pediculares con mayor precisión, menos cambios en la trayectoria intraoperatoria de la perforación y dosis más baja de radiación intraoperatoria. ***Nivel de Evidencia II; Ensayo clínico aleatorizado de menor calidad.***

Descriptores: *Válvulas de Orificio; Fluoroscopía; Enfermedades Óseas Metabólicas; Tornillos Óseos.*

INTRODUCTION

Pedicle screw fixation is widely used in the thoracic and lumbar spine to enhance arthrodesis and to correct deformities. The clinical usefulness of pedicle screw fixation is supported by the high rate of fusion, deformity correction, and clinical outcomes.[1,2]

Some drawbacks of pedicle screw fixation are the potential for inaccurate screw placement and the exposure of the surgeon, patient, and operating room personnel to radiation.[3,4]

The average accuracy for pedicle screws inserted freehand or with fluoroscopy is 85.1% and for pedicle screws using navigation, 95.5%.[5] Fluoroscopy is the most common technique used to assist pedicle screw insertion due to its capacity to present real time images and produce a higher rate of accurate screw placement than with the freehand technique.[5,6] However, the surgeon's exposure to radiation during a fluoroscopic assisted thoracolumbar pedicle screw surgery is 10-12 times greater compared to other non-spinal procedures assisted by the fluoroscopic technique.[6,7]

Improved instrumentation, as well as novel image-guided and navigation techniques, were developed to improve pedicle screw placement and accuracy. A pedicle probe was developed, called the PediGuard® probe, which is capable of identifying different tissue types by measuring electrical conductivity. The aim of the PediGuard® probe was to improve pedicle screw accuracy and reduce the surgeon's exposure to radiation. (Figure 1) A change in the pitch and cadence of the audio feedback indicates a change in the tissue around the tip of the PediGuard® probe. A mid-range pitch and medium cadence audio signal can be heard as the probe is advanced through cancellous bone. A low pitch and low cadence audio signal can be heard as the probe approaches the pedicle cortical wall, and is the first indication of a potential pedicle breach.[8-10]

The ability of Dynamic Surgical Guidance-DSG (PediGuard® probe) to improve pedicle screw accuracy and reduce radiation exposure has been shown in vitro using human cadaver specimens, as well as in clinical trials.[11-13] However, bone mineral density was not considered in these studies. Experimental studies have suggested that bone electrical and dielectric properties depend on the bone density.[14,15] The PediGuard® probe emits an electrical current that flows through the tissue, from the inner electrode to the outer electrode, creating a circular electromagnetic detection field at the tip of the instrument. This study was motivated by the lack of studies using the PediGuard® probe in osteopenic or osteoporotic bone, and by reports that bone electrical and dielectric properties depend on bone mineral density.[14-16] Study of this topic is imperative, because osteoporosis effects over one in three women and one in five men aged over fifty, worldwide.[17] It is a huge problem that often leads to spinal degeneration and deformity;[17] therefore, it is very important to have a safe and accurate way to insert pedicle screws in these patients.

The aim of the study was to determine the relative effectiveness and assistance of the DSG (PediGuard®) compared to a freehand technique assisted by lateral fluoroscopy in the preparation of the pilot holes for placement of pedicle screws in patients with osteopenia or osteoporosis. The hypothesis of the study was that the use of the DSG to prepare the pilot hole in osteoporotic and osteopenic patients improves the accuracy of pedicle screw insertion, reduces the number of breaches in vertebral pedicles, and decreases intraoperative radiation.

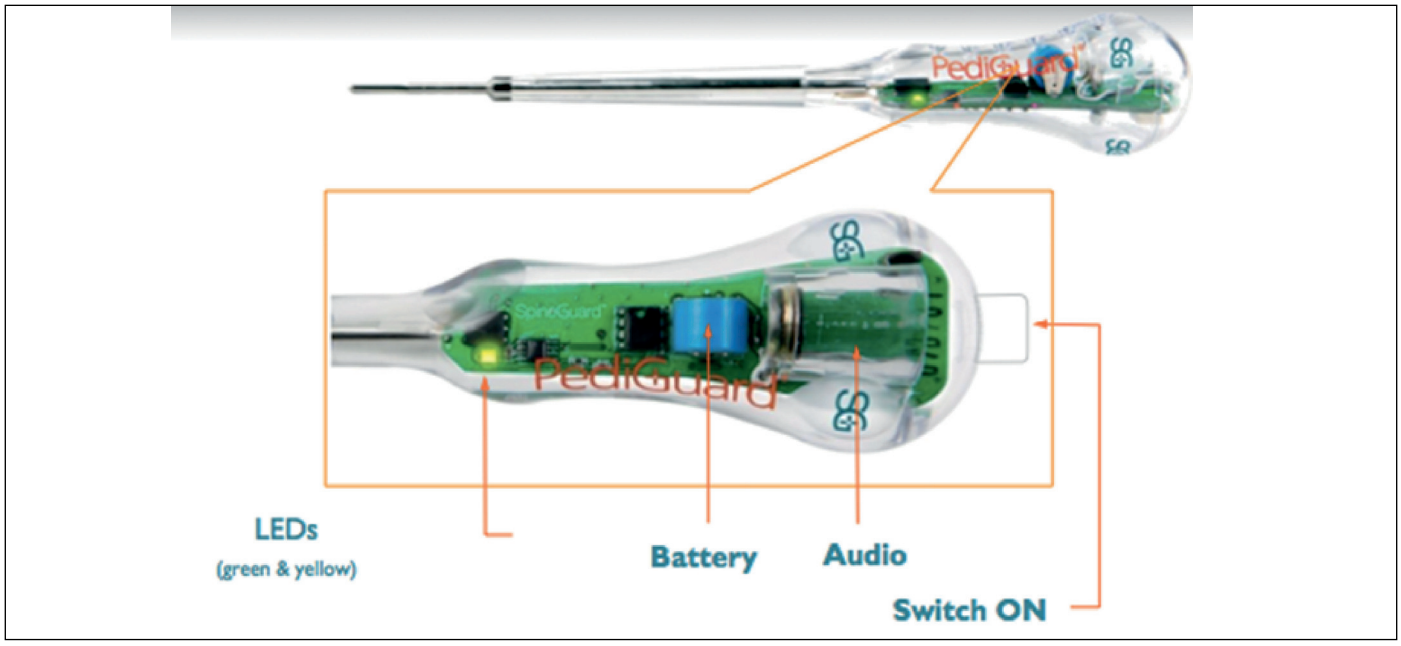

Figure 1. Dynamic surgical guide device - PediGuard® probe.

METHODS

The study was approved by local IRB. The study was designed to analyze the potential of the DSG (PediGuard®) device to improve the accuracy of pedicle screw placement and reduce intraoperative radiation. The study was a prospective, randomized study of osteopenic or osteoporotic patients who underwent thoracic and/or lumbar pedicle screw fixation using the DSG (PediGuard®) device or the freehand technique, both assisted by fluoroscopy, for pilot hole preparation.

The inclusion criteria were: Patients undergoing primary surgery with pedicle screw fixation of the spine between T9 and L5, older than 18 years old, osteopenia or osteoporotic (DEXA scan -1 to -2.5 osteopenia, ≤2.5 + osteoporosis) open surgery, and written informed consent.

The exclusion criteria were: pedicle screw insertion by image navigation techniques, tumors, pregnant women, patients under the age of 18, previous surgery/fused spinal levels, unwillingness to sign the written informed consent and assent, congenital deformity of the spine, and normal BMD.

A total of 108 patients (42 males and 66 females - Table 1) aged between 50 and 87 years undergoing thoracic or lumbar pedicle screw fixation were enrolled in the study. The patients were randomly allocated to two groups, according to the method used to prepare the pilot hole.

A total of 657 pedicles were instrumented and included in the study: 300 pedicles (120 thoracic and 180 lumbar) in the DSG group and 357 pedicles (146 thoracic and 211 lumbar) in the standard technique group (p=0.0216). The distribution of the instrumented level across the two groups is shown in Table 2.

All patients were osteoporotic or osteopenic according to DXA evaluation (-1 to 2.5 = osteopenia and ≤ 2.5 = osteoporosis). Osteoporosis was observed in 97 patients and osteopenia in 11 patients.

In both groups, the entry point was assessed using an awl and by a lateral fluoroscopy. In the DSG group, the pilot hole was prepared using PediGuard® device and in the standard group, the pilot hole was prepared using a blunt probe. After preparation of the pilot hole, tapping was performed, the pedicle wall was checked with a blunt small probe, and the screws were inserted.

The parameters used to compare both groups were the number of fluoroscopy shots, screw accuracy, and change of intraoperative trajectory after confirming a palpated breach on the pedicle wall.

The number of fluoroscopy shots was recorded for each screw inserted, from the assessment of the entry point through to the final screw placement.

The accuracy of screw placement was assessed using a low dose post-operative CT, which was evaluated by an independent senior radiologist (DP). For this study, pedicle screws were considered "in" (< 2 mm of pedicle cortical breach) or "out" (≥ 2 mm of cortical pedicle breach).

Statistical analysis was performed using Fisher's exact test, to compare the number of fluoro shots, screw reposition, screw accuracy, and change of intraoperative trajectory after a confirmed palpated breach. A p value less than 0.05 was considered significant.

Table1. Distribution of patients by age.

Female (age)	No.	Male (age)	No.
50-65	21	50-65	15
66-80	39	66-80	24
81-87	6	81-87	3
Total	66		42

Table 2. Distribution of the instrumented pedicle.

Level	Dynamic Surgical Guidance	Standard Technique
T9	24	22
T10	26	34
T11	32	40
T12	38	50
L1	40	52
L2	38	50
L3	36	40
L4	34	37
L5	32	32
Total	300	357

RESULTS

Accurate pedicle screw placement remains a critical issue in spine surgery. To evaluate the impact of the DSG probe on pedicle screw accuracy, we used low dose postoperative CT. The number of pedicle breaches was 8 (2.6%) misplaced screws out of 300 in the DSG group and 33 (11%) out of 357 in the freehand group. (Figure 2) The number of misplaced pedicle screws was significantly higher in the freehand group than in the DSG group (Fisher's exact test, p<0.001).

Once the pilot hole is made, the hole can be palpated with a ball-tipped feeler to detect breaches of the pedicle wall. Once a breach is intraoperatively detected, the pilot hole can be changed. Change of intraoperative trajectory after confirmed palpated breach was observed in 12 (4.0%) perforations in the DSG group and 47 (13.2%) in the freehand group. The rate of change of intraoperative trajectory was significantly higher in the freehand group (Fisher's exact test, p<0.001). (Figure 3)

Radiation exposure in spinal surgery is a growing concern. To compare radiation exposure between the DSG and freehand technique groups, the number of fluoro shots during pedicle screw placement was recorded. A total of 52 shots were recorded in the DSG group, and 136 shots in the freehand group. (Figure 4) The number of fluoro shots was significantly higher in the freehand group than the DSG group (Fisher's exact test p<0.0001). The use of DSG can reduce the radiation exposure during pedicle screw insertion in osteopenic or osteoporotic bone.

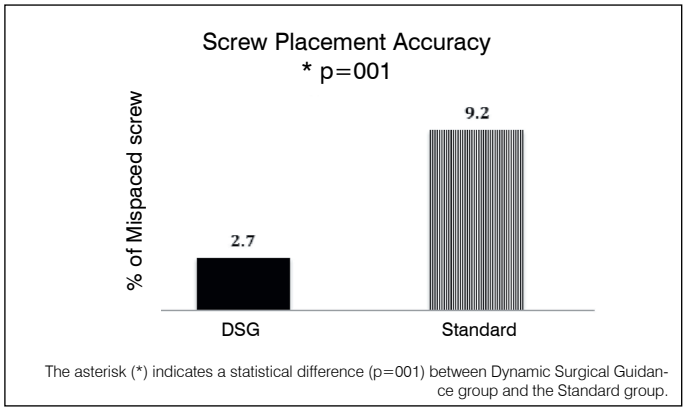

Figure 2. Screw placement accuracy.

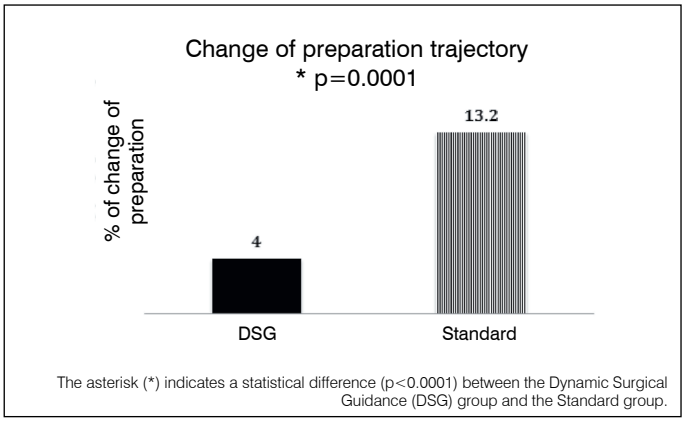

Figure 3. Change of preparation trajectory.

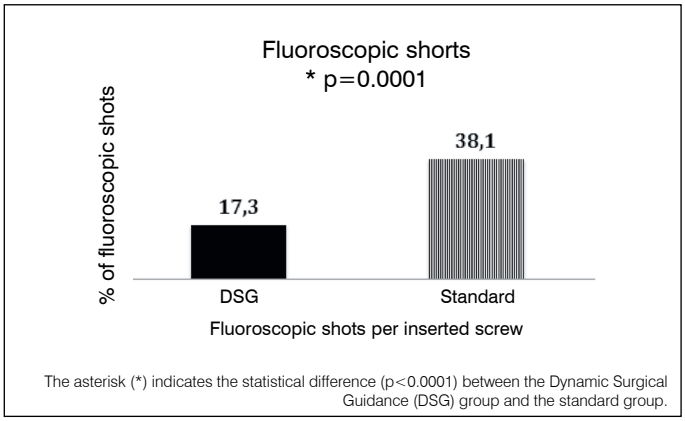

Figure 4. The graph illustrates the percentage of fluoroscopic shots per inserted screw.

DISCUSSION

The use of the DSD device to prepare pedicle pilot holes in osteoporotic and osteopenic patients undergoing pedicle screw fixation in the thoracic and lumbar spine improved the accuracy of pedicle screw placement, decreased the change of intra-operative pilot hole trajectory, and decreased the use of intra-operative radiation.

The role of the DSG device in improving pedicle screw accuracy and reducing intraoperative radiation has been observed in experimental and clinical studies, but none of them were performed in osteopenic or osteoporotic bones.[8-12] Although there are several technologies that assist with pedicle navigation, the DSG device is the only hand-held device that can detect possible vertebral cortex perforation during pedicle preparation for screw placement. The probe of the DSG device emits an electrical current which flows from the inner electrode to the outer electrode, creating a circular electromagnetic detection field at the tip of the instrument.[9,10] The device provides real time visual and audio cues for the surgeon, as an effect of the electrical conductivity in the tissues. In cortical bone the DSG device provides a low pitch sound and slow cadence, while in cancellous bone it produces a medium pitch and medium cadence, and a high pitch and rapid cadence are emitted when the device tip contacts blood or soft tissue. When the tip of the DSG device is against the cortical bone of the pedicle wall or the vertebral cortex, the sound changes significantly. This anticipation mode of the DSG device occurs before the probe actually breaches the cortex.[9,10]

The impedance measurement capability at the tip of the probe is the fundamental mechanism of the DSG device as the instrument passes through the cancellous bone of the pedicle. The electrical properties of the tissue are influenced by environmental conditions (pH, moisture content, temperature) and biological variables such as microstructure and chemical bone composition.[16-21] The microstructure of osteoporotic and osteopenic bone is different from that of normal bone. These microstructural changes influence the electrical properties of bone.[14-16] However, in the range of osteoporotic and osteopenic values of the patients included in this study, there was no interference with the impedance properties of the vertebral bone. Bone electrical and dielectric properties depend on the bone density, and are frequency-dependent. Impedance is lowest in the longitudinal direction and highest in the radial direction.[17,18] However, the limit of the degree of osteoporosis that still allows characterization of cancellous bone by means of bone tissue impedance is not yet established.

The importance of accuracy of pedicle screw insertion is well established in the field of spinal surgery. Perforation of the pedicle wall can lead to complications such as dural tear, nerve root injury, paraplegia, or vascular injury; although in many instances, a misplaced screw does not result in these complications.[19,20] The importance of pedicle screw accuracy is well recognized; however, there is currently no gold standard method for accessing it.[21,22]

Perforations less than 2 mm on CT scan are thought not to be associated with clinical outcome. Other authors report perforations as large as 4 mm being associated with no problems.[21,22] They report an incidence of medial cortical penetration up to 8 mm, with two minor neurological injuries. They hypothesize a 4-mm safe zone, which includes 2 mm of epidural space and 2 mm of subarachnoid space. Belmont et al.[23] considered screw penetration of the medial pedicle wall less than or equal to 2 mm to be acceptable. We considered 2 mm or less of screw perforation to be acceptable in this study.

The method that we used to evaluate the breach was based on the accepted literature concept that any breach less than 2 mm of the pedicle is safe.[24,25] However, the location of the breach was not considered in our study. The location of the breach should be considered to determine the safety of the screw placement, but this was not included in the goals of our study.

In the thoracic spine, pedicle anatomy is more complex and pedicle size is smaller, resulting in a more challenging screw placement. The difference in accuracy of pedicle screw placement in the thoracic and lumbar spine were not considered in our study, and only lower thoracic pedicle screw placements (below vertebra T9) were included in the study. As thoracic screws are generally more technically challenging, a higher rate of malpositioned pedicle screws would be expected.

The goal of our study was to evaluate and compare the accuracy of pedicle screw placement between the standard and DSG device techniques, without any detailed grading system that could evaluate the amount, location, and corresponding clinical symptoms.

The insertion of pedicle screws assisted by fluoroscopy exposes the surgeon to significant levels of radiation compared to other non-spinal musculoskeletal procedures, with up 10-12 times higher rates of radiation exposure.[24,25] The reduction of radiation exposure has been strongly recommended, and it can be achieved by reduced exposure time, increased distance from the beam, increased shield with gown, thyroid gland cover, and glasses and beam collimation.[25] DSG allowed the surgeon to reduce the radiation exposure while maintaining safe pedicle screw placement. The reduction of radiation exposure for the surgeon that we observed in osteoporotic or osteopenic patients was also observed in patients with normal BMD using DSG to prepare pedicle pilot holes.[6,7] However, a potential bias of our study, as also mentioned in the study of Chapud et al.,[6] was the user's dependence on fluoro, i.e. the surgeon may have been unintentionally biased to use more fluoro when not using DSG.

The results of the study has shown that the use of the DSG device to prepare pilot holes for pedicle screw insertion in the thoracic and lumbar spine of osteopenic and osteoporotic patients improves pedicle screw accuracy and reduces intraoperative radiation, compared to the freehand technique. The real-time detection of vertebral cortical breaches provided by DSG also worked in osteoporotic and osteopenic bone, and increased pedicle screw accuracy in the thoracic and lumbar spine, compared to the standard, freehand technique.

All authors declare no potential conflict of interest related to this article.

CONTRIBUTION OF THE AUTHORS: Each author contributed individually and significantly to the development of the manuscript. HLAD Substantial contribution to the conception or design of the work, or acquisition, analysis or interpretation of the data for the work; JW, GLW, KG, RB, DP, JG, MB Actively participate in the discussion of results; RB Writing of the work or critical review of its intellectual content; HLAD, JW, GLW, KG Review and approval of the final version of the manuscript.

REFERENCES

1. Boos N, Webb JK. Pedicle screw fixation in spinal disorders: a European view. Eur Spine J. 1997;6(1):2-18.
2. Yahiro MA. Comprehensive literature review. Pedicle screw fixation devices. Spine (Phila Pa 1976). 1994;19(20 Suppl):2274S-8S.
3. Aoude AA, Fortin M, Figueiredo R, Jarzem P, Ouellet J, Weber MH. Methods to determine pedicle screw placement accuracy in spine surgery: a systematic review. Eur Spine J. 2015;24(5):990-1004.
4. Tian NF, Huang QS, Zhou P, Zhou Y, Wu RK, Lou Y, et al. Pedicle screw insertion accuracy with different assisted methods: a systematic review and meta-analysis of comparative studies. Eur Spine J. 2011;20(6):846-59.
5. Mason A, Paulsen R, Babuska JM, Rajpal S, Burneikiene S, Nelson EL, et al. The accuracy of pedicle screw placement using intraoperative image guidance systems: a systematic review. J Neurosurg Spine. 2014; 20(2): 196-203.
6. Chaput CD, George K, Samdani AF, Williams JI, Gaughan J, Betz RR. Reduction in radiation (fluoroscopy) while maintaining safe placement of pedicle screws during lumbar spine fusion. Spine (Phila Pa 1976). 2012;37(21):E1305-9.
7. Yu E, Khan SN. Does less invasive spine surgery result in increased radiation exposure? A systematic review. Clin Orthop Relat Res. 2014;472(6):1738-48.
8. Bolger C, Wigfield C. Image-guided surgery: applications to the cervical and thoracic spine and a review of the first 120 procedures. J Neurosurg. 2000;92(2 Suppl):175-80.
9. Bolger C, Carozzo C, Roger T, McEvoy L, Nagaria J, Vanacker G, et al. A preliminary study of reliability of impedance measurement to detect iatrogenic initial pedicle perforation (in the porcine model). Eur Spine J. 2006;15(3):316-20.
10. Bolger C, Kelleher MO, McEvoy L, Brayda-Bruno M, Kaelin A, Lazennec JY, et al. Electrical conductivity measurement: a new technique to detect iatrogenic initial pedicle perforation. Eur Spine J. 2007;16(11):1919-24.
11. Guillen PT, Knopper RG, Kroger J, Wycliffe ND, Danisa OA, Cheng WK. Independent assessment of a new pedicle probe and its ability to detect pedicle breach: a cadaveric study. J Neurosurg Spine. 2014;21(5):821-5.
12. Williams J, SamdaniA, Defino HLA, George K, Gaughan J, Betz R. Antecipation of vertebral pedicle breach through dynamic surgical guidance. Coluna/Columna. 2014;13(3):210-3.
13. Bolger C, Brayda-Bruno M, Kaelin A, Kaelin A, Lazennec JY, Le Huec JC, et al. A new device to detect iatrogenic initial vertebral cortex perforation: first clinical results [abstract]. Eur Spine J. 2003;12(Suppl 1):1-79.
14. Ovadia D, Korn A, Fishkin M, Steinberg DM, Wientroub S, Ofiram E. The contribution of an electronic conductivity device to the safety of pedicle screw insertion in scoliosis surgery. Spine (Phila Pa 1976). 2011;36(20):E1314-21.
15. Sierpowska J, Töyräs J, Hakulinen MA, Saarakkala S, Jurvelin JS, Lappalainen R. Electrical and dielectric properties of bovine trabecular bone--relationships with mechanical properties and mineral density. Phys Med Biol. 2003;48(6):775-86.
16. Sierpowska J, Hakulinen MA, Töyräs J, Day JS, Weinans H, Kiviranta I, et al. Interrelationships between electrical properties and microstructure of human trabecular bone. Phys Med Biol. 2006;51(20):5289-303.
17. Melton LJ 3rd, Atkinson EJ, O'Connor MK, O'Fallon WM, Riggs BL.Bone density and fracture risk in men. J Bone Miner Res. 1998;13(12):1915-23.
18. Sierpowska J, Lammi MJ, Hakulinen MA, Jurvelin JS, Lappalainen R, Töyräs J. Effect of human trabecular bone composition on its electrical properties. Med Eng Phys. 2007;29(8):845-52.
19. Borcek AO, Suner HI, Emmez H, Kaymaz M, Aykol S, Pasaoglu A. Accuracy of pedicle screw placement in thoracolumbar spine with conventional open technique. Turk Neurosurg. 2014;24(3):398-402.
20. Tang J, Zhu Z, Sui T, Kong D, Cao X. Position and complications of pedicle screw insertion with or without image-navigation techniques in the thoracolumbar spine: a meta-analysis of comparative studies. J Biomed Res. 2014;28(3):228-39.
21. Gelalis ID, Paschos NK, Pakos EE, Politis AN, Arnaoutoglou CM, Karageorgos AC, et al. Accuracy of pedicle screw placement: a systematic review of prospective in vivo studies comparing free hand, fluoroscopy guidance and navigation techniques. Eur Spine J. 2012;21(2):247-55.
22. Gertzbein SD, Robbins SE. Accuracy of pedicular screw placement in vivo. Spine (Phila Pa 1976). 1990;15(1):11-4.
23. Belmont PJ Jr, Klemme WR, Robinson M, Polly DW Jr. Accuracy of thoracic pedicle screws in patients with and without coronal plane spinal deformities. Spine (Phila Pa 1976). 2002;27(14):1558-66.
24. Dibra F. Intraopearative image: radiation safety, techniques and technology. In: Wang MY. Handbook of minimally invasive and percutaneous spine surgery. Missouri: QMP; 2011; 1-10.
25. Jones DP, Robertson PA, Lunt B, Jackson SA. Radiation exposure during fluoroscopically assisted pedicle screw insertion in the lumbar spine. Spine (Phila Pa 1976). 2000;25(12):1538-41.

AVALIAÇÃO DA FUSÃO INTERSOMÁTICA DOIS ANOS DEPOIS DE PROCEDIMENTO DE LLIF

EVALUATION OF INTERBODY FUSION TWO YEARS AFTER LLIF PROCEDURE

EVALUACIÓN DE LA FUSIÓN INTERSOMÁTICA DOS AÑOS DESPUÉS DEL PROCEDIMIENTO DE LLIF

Fábio Rosa,[1] Gabriel Pokorny,[1] Raquel Rodrigues,[1] Rodrigo Amaral,[1] Rubens Jensen,[1] Luiz Pimenta[1]

1. Instituto de Patologia da Coluna (IPC), São Paulo, SP, Brasil.

RESUMO

Objetivo: A técnica LLIF, fusão intersomática extremo lateral, alcança o disco lateralmente através do músculo psoas, oferecendo acesso adequado ao espaço discal, com benefício adicional de preservação de lesão iatrogênica de estruturas vasculares abdominais (aorta e veia cava), do plexo simpático (reduz a incidência de ejaculação retrógrada) e de estruturas neurais, ou seja, preservação dos nervos espinhais que cruzam o aspecto posterior do músculo. O objetivo do trabalho é verificar os índices da fusão intersomática com a técnica de LLIF. Métodos: Estudo retrospectivo, em centro único, comparativo e não randomizado. Será analisada a presença de massa óssea, com aumento da hipotransparência nas áreas de fusão. Para a avaliação de fusão, será utilizada a Classification of interbody fusion success: Brantigan, Steffee, Fraser (BSF). Resultados: Cinquenta e nove (86%) pacientes apresentaram fusão completa do nível abordado (BSF-3) seis meses após o procedimento. Depois de um ano do procedimento, 87% dos pacientes apresentaram fusão completa. Resultados similares foram constatados em dois anos. Conclusões: Concluímos que a técnica de artrodese intersomática por via lateral é segura e eficaz para o tratamento da dor lombar baixa, com taxa de fusão de 90% em dois anos. ***Nível de Evidência III; Estudo Retrospectivo, centro único, não randomizado.***

Descritores: LLIF; Artrodese; Fusão Vertebral.

ABSTRACT

Objectives: The LLIF technique, extreme lateral interbody fusion, reaches the disc laterally through the psoas muscle, offering adequate access to the disc space with the added benefit of preventing iatrogenic injury to abdominal vascular structures (aorta and vena cava), the sympathetic plexus (reduces incidence of retrograde ejaculation) and neural structures, that is, preservation of the spinal nerves that cross the posterior aspect of the muscle. The objective of this study is to verify the rates of interbody fusion with the LLIF technique. Methods: Retrospective, single center, comparative, non-randomized study. The presence of bone mass with increased hypotransparency in the areas of fusion will be analyzed. For the evaluation of the fusion, the Classification of interbody fusion success: Brantigan, Steffee, Fraser (BSF) will be used. Results: Fifty-nine (86%) patients presented complete fusion of the approached level (BSF-3) six months after the procedure. One year after the procedure, 87% of the patients had complete fusion. Similar results were confirmed at two years. Conclusions: We conclude that the technique of lateral interbody arthrodesis is safe and effective for the treatment of low back pain, with a fusion rate of 90% in two years. ***Level of Evidence III. Retrospective study, single center, non-randomized.***

Keywords: *LLIF; Arthrodesis; Spinal Fusion.*

RESUMEN

Objetivo: La técnica LLIF, fusión intersomática extremo-lateral, alcanza el disco lateralmente a través del músculo psoas, ofreciendo acceso adecuado al espacio discal con el beneficio adicional de preservación de la lesión iatrogénica de estructuras vasculares abdominales (aorta y vena cava), del plexo simpático (reduce incidencia de eyaculación retrógrada) y estructuras neurales, o sea, preservación de los nervios espinales que cruzan el aspecto posterior del músculo. El objetivo del trabajo es verificar los índices de fusión intersomática con la técnica de LLIF. Métodos: Estudio retrospectivo, en centro único, comparativo y no aleatorizado. Será analizada la presencia de masa ósea, con aumento de hipotransparencia en las áreas de fusión. Para la evaluación de fusión, se utilizará la Classification of Interbody Fusion Success: Brantigan, Steffee, Fraser (BSF). Resultados: Cincuenta y nueve (86%) pacientes presentaron fusión completa del nivel abordado (BSF-3) seis meses después del procedimiento. Un año después del procedimiento, 87% de los pacientes presentaron fusión completa. Resultados similares fueron constatados en dos años. Conclusiones: Concluimos que la técnica de artrodesis intersomática por vía lateral es segura y eficaz para el tratamiento del dolor lumbar bajo, con una tasa de fusión del 90% en 2 años. ***Nivel de Evidencia III. Estudio retrospectivo, centro único, no aleatorio.***

Descriptores: *LLIF; Artrodesis; Fusión Vertebral.*

INTRODUÇÃO

A população mundial vem sofrendo um processo de envelhecimento, com o aumento da expectativa de vida. Visto isso, é de se esperar também o aumento das doenças degenerativas, dentre as quais destacamos aquelas relacionadas a coluna lombar.[1] Tais afecções da coluna, cursam com importante redução da mobilidade, associadas a dores de caráter mecânico, que conferem ao paciente importante queda da qualidade de vida, com indubitável impacto em nivel mundial.[2] Existem inúmeras formas terapêuticas para abordagem da dor lombar. Em grande parte das

Estudo realizado no Instituto de Patologia da Coluna (IPC), São Paulo, SP, Brasil.
Correspondência: Fábio Rosa. Rua Vergueiro 1421, cj 305. Liberdade. São Paulo, SP, Brasil. CEP: 01504-000. fabiomed89@gmail.com

CC BY

http://dx.doi.org/10.1590/S1808-185120201903223957

Recebido em 14/05/2019 aceito em 03/12/2019

vezes, pode-se lançar mão de estratégias conservadoras como fisioterapia e fortalecimento muscular, contudo, um número relevante desses pacientes não responde a tais tratamentos, sendo assim necessária a abordagem cirurgica para a remissão da dor e da falta de mobilidade.[3] A importância da fusão lombar se da no fato de tratar de maneira efetiva a dor lombar baixa, decorrente da instabilidade, melhorando significativamente os sintomas e a qualidade de vida dos pacientes.[4] Existem várias técnicas para a abordagem e fusão da coluna lombar, com diferentes indicações e preferência de indicação por cada cirurgiao.[4] Estudos tem demonstrado os benefícios da cirurgia lombar por via anterior, incluindo melhor acesso a coluna anterior, facilidade na implantação de dispositivos intersomáticos, menor perda sanguinea e menor tempo de internação quando comparados a fusão por via posterior.[4] A técnica XLIF, fusão intersomática extremo lateral, do inglês, *eXtreme Lateral Interbody Fusion*, alcança o disco lateralmente através do musculo psoas. Esta abordagem oferece acesso adequado ao espaço discal com beneficio adicional de preservação de lesão iatrogênica de estruturas vasculares abdominais (aorta e veia cava), do plexo simpatico (reduz a incidência de ejaculação retrograda) e de estruturas neurais (ou seja, dos nervos espinhais que cruzam o aspecto posterior do músculo psoas).[5] Tais pacientes sofrem tipicamente dor discogenica devido a instabilidade segmentar, degeneraçao do disco, escoliose degenerativa e/ou espondilolistese grau I ou II.[6–10] Desse modo o objetivo do trabalho e verificar que a utilização da fusão intersomática extremo lateral oferece os mesmos indices de consolidação com menor sangramento e tempo de hospitalização, sendo segura e efetiva.

MATERIAIS E MÉTODOS

Retrospectivo, centro único, comparativo, não randomizado. A população de estudo será formada por 576 pacientes que foram submetidos a artrodese intersomatica lombar por via lateral, atendendo os critérios de inclusão e exclusão, por um periodo de um a dois anos.

Os critérios de inclusão e exclusão foram os seguintes. Inclusão: Pacientes submetidos a técnica de XLIF no IPC, que possuem CT com um ano e dois anos de FUP. Exclusão: CT de qualidade ruim que não permita a clara observação da fusão. Pacientes que não possuírem a CT de 2y ou de 1y. Todos os pacientes incluídos no trabalho preencheram TCLE.

Os seguintes dados serão coletados: dados de prontuario clínico e radiológico dos pacientes. Dados pré-operatorios, inta-operatorios e pós operatorios serão coletados. Além disso, os seguintes dados radiológicos serão analisados: presença de massa óssea, com aumento da hipotransparência nas áreas de fusão. Para a avaliação de fusão, será utilizada a classificação *Classification of interbody fusion succes Brantingan, Steffee, Frasier* (BSF).[11] Sendo BSF 1 Pseudoartrose radiográfica- colapso da construção, perda de altura do espaço discal. BSF 2 pseudoartrose em curso- área de radiolucencia no interior da zona de fusao ossea do cage. BSF 3 fusão radiografica - pontes osseas em pelo menos metade da área de fusão.

O trabalho foi aprovado pelo CEP da instituição (Hospital Moriah) sob o seguinte registro: 02498818.5.0000.8054

RESULTADOS

Foram incluídos no estudo 97 pacientes. Desses, 40 eram do sexo masculino e a média de idade foi de 61 anos. 39 pacientes foram excluídos por não possuírem exames de imagens necessárias para a avaliação.

Dos 59 pacientes restantes, 86% apresentaram fusão completa do nível abordado (BSF-3) seis meses após o procedimento. Após um ano do procedimento 87% dos pacientes apresentaram fusão completa (BSF-3) do nível abordado, mesma taxa de fusão foi observada com dois de procedimento. (Figura 1)

Não houve diferença entre sexo masculino e feminino em relação a taxa de fusão. (Figura 2) Também não houve diferença entre tamanho do cage e a taxa de fusão. (Figura 3)

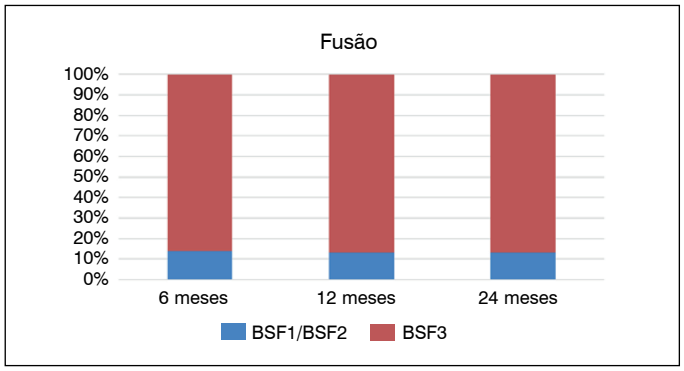

Figura 1. Proporção entre as taxas de fusão nos seguintes períodos, seis meses, 12 meses, 24 meses. BSF(Brantingan, Steffee, Frasier Criteria).

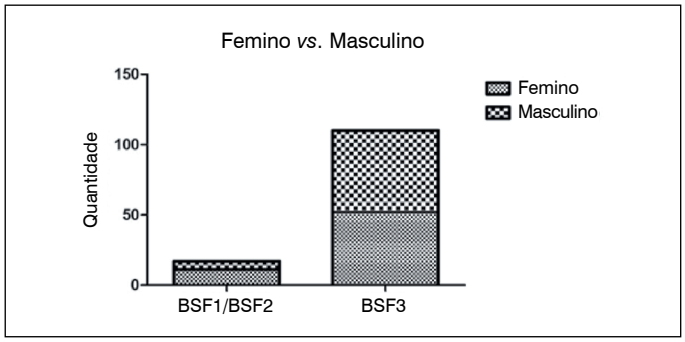

Figura 2. Comparação entre a taxa de fusão após um ano entre pacientes do sexo femino e do sexo masculino. BSF(Brantingan, Steffee, Frasier Criteria).

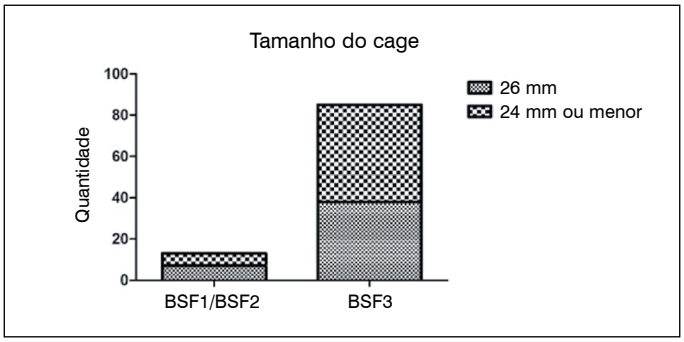

Figura 3. Comparação entre a taxa de fusão e o tamanho do dispositivo intersomático (cage). BSF(Brantingan, Steffee, Frasier Criteria).

Não houve diferença significativa entre os desfechos clínicos nos pacientes BSF1/BSF2 ou BSF3. ODI (44.22 ± 15.77 vs. 26.28 ± 3.223; p> 0,05) EVA costas (6.0 ± 1.3 vs. 3.5 ± 0.5; p> 0,05) e EVA pernas (4.0 ± 2.5 vs. 2.9 ± 0.4). (Figura 4)

DISCUSSÃO

Artrodese lombar por dispositivo intersomático, é um tema de grande impacto no que tange as doenças degenerativas da coluna vertebral. Nesse aspecto, destacamos a artrodese por via lateral, por se tratar de uma abordagem minimamente invasiva, com menor morbidade quando comparada a abordagem tradicional.[11-13] O decúbito lateral reduz a morbidade quando comparado a posição prona.[14] O risco de lesão de raiz nervosa e dural é menor, o risco de infecção é 0,5% menor, além de se poder usar implantes maiores, com maior área de fusão.[15] A geometria e o tamanho do implante contribuem para a estabilização primaria. Em geral, uma maior área de apoio do implante reduz o risco do mesmo penetrar a placa terminal da vertebra, subsidence.[16] Nossos dados apontam

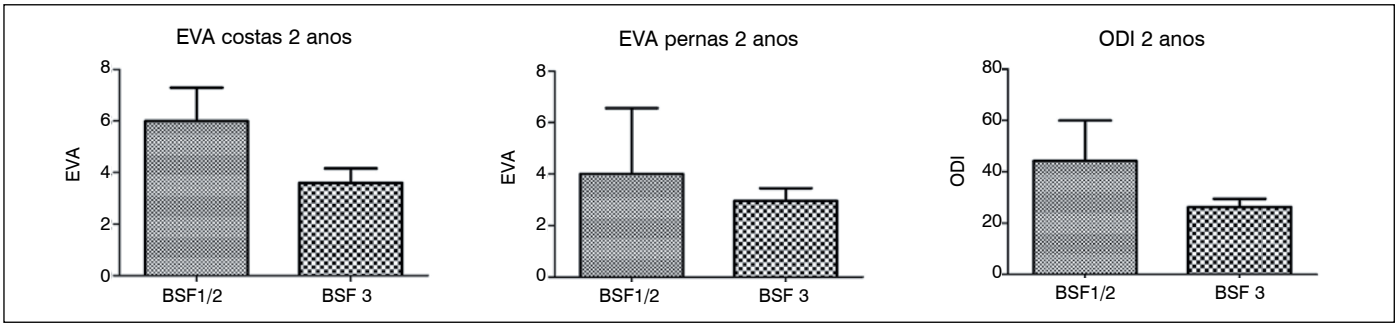

Figura 4. Comparação os desfechos clínicos e a taxa de fusão intersomatica. BSF(Brantingan, Steffee, Frasier Criteria).

menores índices de complicações e revisão cirúrgica (6%) com implante lateral,e uma taxa de fusão superior a 80%,[15] com bom desfecho clinico. A técnica de artrodese intersomática por via lateral é segura e efetiva para fusão lombar e indicada para inúmeras doenças degenerativas da coluna vertebral.[17–20]

Pacientes submetidos a artrodese intersomatica por via lateral, tamanho da mostra de 576, com ou sem suplementação posterior, tiveram seus exames de raio x e tomografia analisados quanto a taxa de fusão em um período de 12 meses, *follow-up* mínimo, a 24 meses, follow-up máximo. Foram excluídas imagens que não permitiam a ideal verificação de fusão. Observamos o crescimento ósseo completo (fusão) com massa óssea, aumento de hipotransparência nas áreas de fusão, sendo observado trabeculado ósseo para a indicação de fusão total. Observou-se também áreas de radioluscência no interior da zona de fusão óssea do cage e colapso da construção com a perda de altura do espaço discal.

Mesmo nos pacientes classificados como BSF1, não foram observados desfechos clínicos relevantes na análise dos dados obtidos.[21,22] Esses desfechos clínicos não foram estatisticamente relevantes entre os grupos BSF1 e BSF3. Dois fatores podem explicar esse desfecho. Primeiramente, a predominância de subsidence anterior somado a alta taxa de fusão, tiveram pouco impacto na descompressão das estruturas nervosas. Em segundo lugar, 70% dos casos BSF1 foram considerados de baixo grau de acordo com Marchi et al.[22]

A limitação deste estudo é ser de um centro único, retrospectivo. A mensuração de taxa de fusão em raio x e tomografia pode variar intra e inter observador. Um *follow-up* mais longo é necessário para predizer com maior precisão a frequência de aparecimento de doença dos níveis adjacentes.

CONCLUSÃO

Concluímos que a técnica de Artrodese Intersomática por via lateral é segura e eficaz para o tratamento da dor lombar baixa com taxa de fusão de 90 % em dois anos. Somente um nível BSF1/2 tornou-se BSF3 após seis meses (1/13).

Todos os autores declaram não haver nenhum potencial conflito de interesses referente a este artigo.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES: Cada autor contribuiu individual e significativamente para o desenvolvimento do manuscrito. FR, RR e GP foram os principais contribuintes na elaboração do manuscrito. LP, RJ, RA e FR realizaram as cirurgias, seguiram pacientes e reuniram dados clínicos. FR avaliaram os dados da análise estatística, realizaram a pesquisa bibliográfica e a revisão do manuscrito. LP, RJ, RA e GP contribuíram para o conceito intelectual do estudo.

REFERÊNCIAS

1. Waldrop R, Cheng J, Devin C, McGirt M, Fehlings M, Berven S. The Burden of Spinal Disorders in the Elderly. Neurosurgery. outubro de 2015;77 Suppl 4:S46-50.
2. Buser Z, Ortega B, D'Oro A, Pannell W, Cohen JR, Wang J, et al. Spine Degenerative Conditions and Their Treatments: National Trends in the United States of America. Glob Spine J. fevereiro de 2018;8(1):57.
3. Narain AS, Hijji FY, Markowitz JS, Kudaravalli KT, Yom KH, Singh K. Minimally invasive techniques for lumbar decompressions and fusions. Curr Rev Musculoskelet Med. dezembro de 2017;10(4):559–66.
4. Qureshi S, Goz V, McAnany S, Cho SK, Hecht AC, Delamarter RB, et al. Health state utility of patients with single-level cervical degenerative disc disease: comparison of anterior cervical discectomy and fusion with cervical disc arthroplasty. J Neurosurg Spine. maio de 2014;20(5):475–9.
5. Burns BH. AN OPERATION FOR SPONDYLOLISTHESIS. The Lancet. junho de 1933;221(5728):1233.
6. Fessler R, Khoo L. Minimally Invasive Cervical Microendoscopic Foraminotomy: An Initial Clinical Experience. Neurosurgery. 2002;51(5):S2-45.
7. 7Hovorka I, de Peretti F, Damon F, Arcamone H, Argenson C. Five years' experience of the retroperitoneal lumbar and thoracolumbar surgery. Eur Spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc. fevereiro de 2000;9 Suppl 1:S30-34.
8. Iwahara T, Ikeda K, Hirabayashi K. RESULTS OF ANTERIOR SPINE FUSION BY EXTRAPERITONEAL APPROACH FOR SPONDYLOLYSIS AND SPONDYLOLISTHESIS. Nihon Seikeigeka Gakkai Zasshi. março de 1963;36:1049–67.
9. Madan SS, Boeree NR. Comparison of instrumented anterior interbody fusion with instrumented circumferential lumbar fusion. Eur Spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc. dezembro de 2003;12(6):567–75.
10. McAfee PC, Regan JR, Zdeblick T, Zuckerman J, Picetti GD, Heim S, et al. The incidence of complications in endoscopic anterior thoracolumbar spinal reconstructive surgery. A prospective multicenter study comprising the first 100 consecutive cases. Spine. 1995;20(14):1624–32.
11. Fogel GR, Toohey JS, Neidre A, Brantigan JW. Fusion assessment of posterior lumbar interbody fusion using radiolucent cages: X-ray films and helical computed tomography scans compared with surgical exploration of fusion. Spine J Off J North Am Spine Soc. agosto de 2008;8(4):570–7.
12. Rodgers WB, Gerber EJ, Patterson J. Intraoperative and early postoperative complications in extreme lateral interbody fusion: an analysis of 600 cases. Spine. 2011;36(1):26–32.
13. Shriver MF, Zeer V, Alentado VJ, Mroz TE, Benzel EC, Steinmetz MP. Lumbar spine surgery positioning complications: a systematic review. Neurosurg Focus. 2015;39(4):E16.
14. Galimberti F, Lubelski D, Healy AT, Wang T, Abdullah KG, Nowacki AS, et al. A Systematic Review of Lumbar Fusion Rates With and Without the Use of rhBMP-2. Spine. 2015;40(14):1132–9.
15. Nemani VM, Aichmair A, Taher F, Lebl DR, Hughes AP, Sama AA, et al. Rate of revision surgery after stand-alone lateral lumbar interbody fusion for lumbar spinal stenosis. Spine. 2014;39(5):E326-31.
16. Choi JY, Sung KH. Subsidence after anterior lumbar interbody fusion using paired stand-alone rectangular cages. Eur Spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc. janeiro de 2006;15(1):16–22.
17. Marchi L, Abdala N, Oliveira L, Amaral R, Coutinho E, Pimenta L. Stand-alone lateral interbody fusion for the treatment of low-grade degenerative spondylolisthesis. ScientificWorldJournal. 2012;2012:456346.
18. Marchi L, Oliveira L, Amaral R, Castro C, Coutinho T, Coutinho E, et al. Lateral interbody fusion for treatment of discogenic low back pain: minimally invasive surgical techniques. Adv Orthop. 2012;2012:282068.
19. Costanzo G, Zoccali C, Maykowski P, Walter CM, Skoch J, Baaj AA. The role of minimally invasive lateral lumbar interbody fusion in sagittal balance correction and spinal deformity. Eur Spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc. outubro de 2014;23 Suppl 6:699–704.
20. Ambati DV, Wright EK, Lehman RA, Kang DG, Wagner SC, Dmitriev AE. Bilateral pedicle screw fixation provides superior biomechanical stability in transforaminal lumbar interbody fusion: a finite element study. Spine J Off J North Am Spine Soc. 2015;15(8):1812–22.
21. Schiffman M, Brau SA, Henderson R, Gimmestad G. Bilateral implantation of low-profile interbody fusion cages: subsidence, lordosis, and fusion analysis. Spine J Off J North Am Spine Soc. 2003;3(5):377–87.
22. Marchi L, Abdala N, Oliveira L, Amaral R, Coutinho E, Pimenta L. Radiographic and clinical evaluation of cage subsidence after stand-alone lateral interbody fusion. J Neurosurg Spine. julho de 2013;19(1):110–8.

INFLUÊNCIA DA CONGRUÊNCIA DO MACHEAMENTO DO ORIFÍCIO PILOTO NA ANCORAGEM DO PARAFUSO PEDICULAR

INFLUENCE OF THE CONGRUENCE OF PILOT HOLE TAPPING ON THE ANCHORAGE OF THE PEDICLE SCREW

INFLUENCIA DE LA CONGRUENCIA DEL TALADRAMIENTO DEL ORIFICIO PILOTO EN EL ANCLAJE DEL TORNILLO PEDICULAR

Rodrigo Barra Caiado Fleury,[1] Antônio Carlos Shimano,[1] Thiago Dantas Matos,[1] Kelsen de Oliveira Teixeira,[1] Valéria Romero,[2] Helton Luiz Aparecido Defino[1]

1. Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Departamento de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor, Ribeirão Preto, SP, Brasil.
2. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Ciências Médicas, Departamento de Clínica Médica, Campinas, SP, Brasil.

RESUMO

Objetivos: Observar a influência da congruência do macheamento do orifício piloto na ancoragem dos parafusos pediculares. Métodos: Parafusos de 5,5 e 6,5 mm, pertencentes a dois sistemas de fixação vertebral (Pedicol e Safe), foram introduzidos em blocos de poliuretano. Os grupos experimentais foram formados de acordo com o preparo do orifício piloto: A - perfuração com broca de 2,7 mm, B - macheamento do orifício piloto com macho de diâmetro inferior ao diâmetro do parafuso e desenho de rosca congruente, C - macheamento do orifício piloto com macho de diâmetro inferior ao diâmetro do parafuso e desenho de rosca incongruente. Os blocos de poliuretano com os parafusos foram submetidos a ensaio de resistência à tração para avaliar a resistência dos parafusos ao arrancamento. Resultados: A utilização do macheamento do orifício piloto de menor tamanho e congruente aumentou a resistência ao arrancamento dos parafusos de superfície rugosa (Safe). Os parafusos de superfície lisa (Pedicol) apresentaram maior resistência ao arrancamento com a utilização do macheamento com menor diâmetro e incongruente. Conclusões: A congruência do macho utilizado para o preparo do orifício piloto aumentou a resistência ao arrancamento nos parafusos de superfície rugosa. ***Nível de Evidência III; Estudo Terapêutico.***

Descritores: Coluna Vertebral; Parafusos ÓSseos; Fenômenos Biomecânicos.

ABSTRACT

Objectives: To observe the influence of the congruence of the tapping of the pilot hole on the anchorage of the pedicle screws. Methods: 5.5 and 6.5 mm screws from two vertebral fixation systems (Pedicol and Safe) were inserted into polyurethane blocks. Experimental groups were formed according to the pilot hole preparation: A- drilling with a 2.7 mm drill bit, B- Tapping of the pilot hole with a tap of lesser diameter than the diameter of the screw with a congruent thread design, C- Tapping of the pilot hole with a tap of lesser diameter than the diameter of the screw and an incongruous thread design. The polyurethane blocks with the screws were subjected to a tensile strength test to evaluate the pullout resistance of the screws. Results: Using congruent pilot hole tapping of a lesser diameter and congruent thread design increased the pullout resistance of the rough-surface screws (Safe). The screws with a smooth surface (Pedicol) presented greater pullout resistance with tapping of a lesser diameter and incongruous thread design. Conclusions: The congruence of the tap used to prepare the pilot hole increased the pullout resistance of the rough-surfaced screws. ***Level of Evidence III; Therapeutic Study.***

Keywords: *Spine; Bone Screws; Biomechanical Phenomena.*

RESUMEN

Objetivos: Observar la influencia de la congruencia del taladramiento del orificio piloto en el anclaje de los tornillos pediculares. Métodos: Fueron introducidos tornillos de 5,5 y 6,5 mm, pertenecientes a dos sistemas de fijación vertebral (Pedicol y Safe) en bloques de poliuretano. Los grupos experimentales fueron formados de acuerdo con la preparación del orificio piloto: A- perforación con broca de 2,7 mm, B- taladramiento del orificio piloto con mecha de diámetro inferior al diámetro del tornillo y diseño de rosca congruente, C- taladramiento del orificio piloto con mecha de diámetro inferior al diámetro del tornillo y diseño de rosca incongruente. Los bloques de poliuretano con los tornillos fueron sometidos a ensayo de resistencia a la tracción para evaluar la resistencia de los tornillos al arrancamiento. Resultados: El uso del taladramiento del orificio piloto de menor tamaño y congruente aumentó la resistencia al arrancamiento de los tornillos de superficie rugosa (Safe). Los tornillos de superficie lisa (Pedicol) presentaron mayor resistencia al arrancamiento con el uso del taladramiento con menor diámetro e incongruente. Conclusiones: La congruencia de la mecha utilizada para la preparación del orificio piloto aumentó la resistencia al arrancamiento en los tornillos de superficie rugosa. ***Nivel de Evidencia III; Estudio terapéutico.***

Descriptores: *Columna Vertebral; Tornillos Óseos; Fenómenos Biomecánicos.*

Estudo realizado no Departamento de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, SP, Brasil.
Correspondência: Rua Joaquim Caetano, 1159, Centro, Jatai, GO, Brasil. 75805-040. caiadomed@hotmail.com

http://dx.doi.org/10.1590/S1808-185120201903224110

Recebido em 17/05/2019 aceito em 03/12/2019

INTRODUÇÃO

Os sistemas de fixação vertebral que utilizam o pedículo vertebral para a ancoragem dos implantes tem sido universalmente utilizados devido às vantagens biomecânicas desses sistemas de fixação.[1]

As propriedades biomecânicas dos sistemas de fixação pedicular estão diretamente relacionadas com a ancoragem dos parafusos nos pedículos vertebrais.[2] A ancoragem dos parafusos nos pedículos vertebrais depende da densidade óssea, do material e desenho do implante e do preparo do orifício piloto.[3]

No preparo do orifício piloto o diâmetro da perfuração em relação às dimensões do parafuso e o modo de preparado influenciam a ancoragem dos implantes.[4,5] O diâmetro do orifício piloto deve ser inferior ao diâmetro externo do implante, bem como o macheamento do orifício piloto.[6] A realização do macheamento do orifício piloto com diâmetro igual ao diâmetro externo do implante reduz a resistência ao arrancamento dos implantes, e tem sido recomendado o macheamento do orifício piloto com diâmetro inferior ao diâmetro externo do parafuso.[7-9] O desenho da rosca do macho tem sido apontado como mais um parâmetro relacionado ao preparo do orifício piloto e que influenciaria a resistência ao arrancamento dos implantes, tendo sido recomendado a utilização de macho com diâmetro menor que o implante e com o mesmo desenho de rosca.[6]

O relato da influência do desenho e dimensões da rosca do macho na resistência ao arrancamento dos implantes motivou a realização do estudo. O objetivo do presente estudo foi a avaliação da influência do desenho e dimensões da rosca do macho utilizado no preparo do orifício piloto sobre a resistência ao arrancamento dos parafusos do sistema de fixação pedicular.

MATERIAL E MÉTODOS

O modelo experimental do estudo foi elaborado para que parafusos do mesmo diâmetro (5,5 e 6,5mm) e com desenho e dimensões de rosca diferentes, pertencentes a dois sistemas de fixação vertebral (Pedicol e Safe – Víncula, Brasil), fossem submetidos a ensaios mecânicos de resistência ao arranchamento, após o preparo do orifício piloto com macheamento de menor diâmetro em relação ao diâmetro externo do parafuso pedicular, com a utilização de machos de mesmo diâmetro e desenhos de rosca diferentes.

Foram utilizados blocos de poliuterano com densidade de 10 PCF ou 0,16g/cm3 e dimensão de 5cmx8cmx5cm (Nacional Ltda). No centro da face superior de cada bloco de poliuretana foi realizada a perfuração do orifício piloto com broca de 2,7mm. Os parafusos foram inseridos no orifício piloto formando três grupos experimentais: A- sem o macheamento do orifício piloto; B-com o macheamento do orifício piloto utilizando macho de menor diâmetro que o diâmetro externo do parafuso e com desenho de rosca semelhante; C- com macheamento do orifício piloto utilizando macho com diâmetro menor que o diâmetro externo do parafuso e com desenho de rosca diferente. (Tabela 1) O macheamento do orifício piloto era realizado na mesma profundidade do comprimento do parafuso (40 mm).

Foram utilizados parafusos do sistema de fixação pedicular (Safe Víncula, Brasil) e (Pedicol Plus Víncula, Brasil) com 5,5mm e 6,5mm de diâmetro externo e 40mm de comprimento. (Tabela 2) Os parafusos do sistema de fixação pedicular (Safe Víncula) possuem superfície rugosa, e os parafusos do sistema de fixação pedicular (Pedicol Plus Víncula) possuem superfície lisa. Os parafusos de ambos os sistemas são de titânio F-136 e possuem diâmetro interno cônico.

Cada grupo experimental foi formado de acordo com o tipo de parafuso utilizado (Safe ou Pedicol Plus), diâmetro do parafuso (5,5 e 6,5mm) e modo de preparo do orifício piloto (A- sem o macheamento do orifício piloto; B- com o macheamento do orifício piloto utilizando macho de menor diâmetro que o diâmetro externo do parafuso e com desenho de rosca semelhante; C- com machemamento do orifício piloto utilizando macho com diâmetro menor que o diâmetro externo do parafuso e com desenho de rosca diferente). Cada grupo experimental foi formado por cinco blocos de poliuretana.

A resistência dos parafusos ao arrancamento foi avaliada por meio da utilização de máquina universal de testes EMIC® (DL 10000; EMIC, São José dos Pinhais, PR, Brasil) – Figura 1. Uma haste foi acoplada a cabeça do parafuso e a força de arrancamento aplicada verticalmente. A resistência de arrancamento foi aplicada na velocidade de 2,0mm/min até o arrancamento do parafuso do bloco de poliuretana.

Tabela 1. Valores dos machos utilizados e respectivos diâmetro externo e passo de rosca.

Macho	Diâmetro externo (mm)	Passo de rosca (mm)
Pedicol 5,0mm	5,0	2,5
Pedicol 6,0mm	6,0	2,5
Safe 5,0mm	5,0	2,25
Safe 6,0mm	6,0	2,25

Análise Estatística

A análise estatística foi realizada por meio de uma abordagem paramétrica, no qual foi utilizado o teste t -*Student* para a comparação das médias de todos os grupos. Prévio ao teste t foi verificado se os dados seguiam todas as restrições de aplicação, normalidade (avaliada por meio do teste (Shapiro – Wilk) e variâncias iguais (por meio do teste F).

Tabela 2. Valores dos machos utilizados e respectivos diâmetro externo e passo de rosca.

Parafuso	Diâmetro externo (mm)	Passo de rosca (mm)
Pedicol 5,0mm	5,5	2,5
Pedicol 6,0mm	6,5	2,5
Safe 5,0mm	5,5	2,25
Safe 6,0mm	6,5	2,25

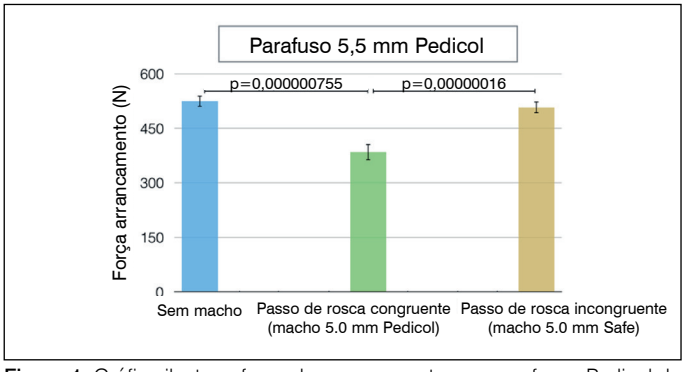

Figura 1. Gráfico ilustra a força de arrancamento nos parafusos Pedicol de 5,5mm nas diferentes modalidades de preparo do orifício piloto.

RESULTADOS

Os resultados dos ensaios de resistência ao arrancamento dos parafusos estão ilustrados na Tabela 3 e Figuras 1 a 4.

O parafuso liso (Pedicol) de 5,5mm e 6,5mm apresentou maior resistência ao arrancamento quando o macheamento do orifício piloto foi realizado com macho de menor diâmetro e passo de rosca diferente do parafuso. (Figuras 1 e 2) Nessa modalidade de parafuso a utilização de macheamento com menor diâmetro e passo de rosca diferente do parafuso aumento a resistência ao arrancamento dos parafusos. (Figuras 1 e 2) A inserção do parafuso sem o macheamento do orifício piloto aumentou a resistência ao arrancamento quando comparado ao grupo em que o macheamento foi realizado com macho de menor diâmetro e passo de rosca semelhante ao parafuso. (Figuras 1 e 2)

O parafuso rugoso (Safe) de 5,5mm e 6,5mm apresentou maior resistência ao arrancamento quando o macheamento do orifício piloto foi realizado com macho de menor diâmetro e passo de rosca semelhante ao parafuso. (Figuras 3 e 4) Nessa modalidade de

Tabela 3. Valores da média e desvio padrão da força de arrancamento nos diferentes grupos experimentais.

Parafuso (mm) / Modelo do Macho (mm)	Desvio padrão (n)	Média (n)
Pedicol 5,5 / Macho 5,0 Pedicol	22,19	384,38
Pedicol 5,5 / Macho 5,0 Safe	15,34	507,28
Pedicol 5,5 / Sem macheamento	14,86	524,36
Pedicol 6,5 / Macho 6,0 Pedicol	45,40	451,64
Pedicol 6,5 / Macho 6,0 Safe	12,35	568,25
Pedicol 6,5 / Sem macheamento	29,39	622,72
Safe 5,5 / Macho 5,0 Safe	46,80	476,80
Safe 5,5 / Macho 5,0 Pedicol	34,82	365,17
Safe 5,5 / Sem macheamento	48,55	536,35
Safe 6,5 / Macho 6,0 Safe	49,86	518,33
Safe 6,5 / Macho 6,0 Pedicol	26,52	357,10
Safe 6,5 / Sem macheamento	17,31	599,43

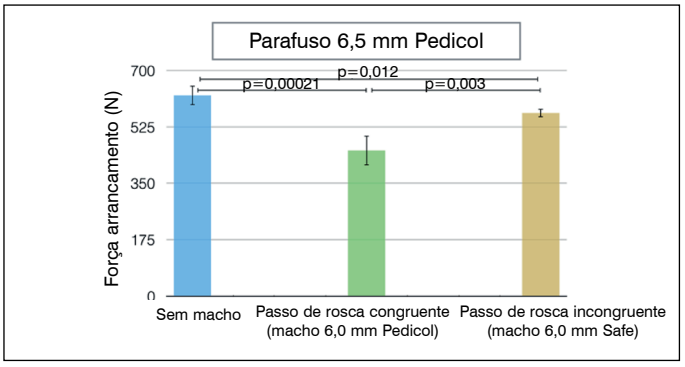

Figura 2. Gráfico ilustra a força de arrancamento nos parafusos Pedicol de 6,5mm nas diferentes modalidades de preparo do orifício piloto.

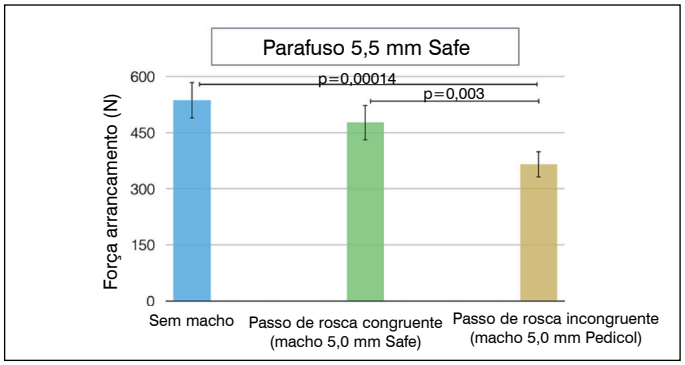

Figura 3. Gráfico ilustra a força de arrancamento nos parafusos Safe de 5,5mm nas diferentes modalidades de preparo do orifício piloto.

parafuso a utilização do macho de menor diâmetro e passo de rosca semelhante ao parafuso aumentou a resistência ao arrancamento dos parafusos. (Figuras 3 e 4) O não macheamento do orifício piloto aumentou a resistência ao arrancamento dos parafusos entre as diferentes modalidades de preparo do orifício piloto somente nos parafusos de 6,5mm. (Figuras 3 e 4) Nos parafusos de 6,5mm o não macheamento do orifício piloto aumentou a resistência ao arrancamento quando comparado com as demais modalidades de preparo do orifício piloto. Nos parafusos de 5,5mm o não macheamento do orifício piloto aumentou a resistência somente em relação ao grupo no qual o preparo do orifício piloto foi realizado com macho de menor diâmetro e passo de rosca diferente do parafuso. (Figuras 3 e 4)

A comparação entre os valores da resistência ao arrancamento dos parafusos nos diferentes grupos experimentais está ilustrada nas Tabelas 3 e 4.

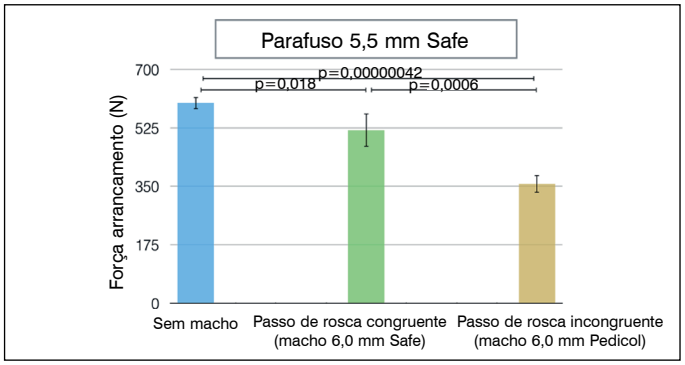

Figura 4. Gráfico ilustra a força de arrancamento nos parafusos Safe de 6,5mm nas diferentes modalidades de preparo do orifício piloto.

Tabela 4. Resultado da comparação dos valores da força de arrancamento entre os grupos experimentais (teste t Student - $p<0,05$).

Comparações	Teste t
Pedicol 5,5mm 5P vs Pedicol 5,5mm 5S	0,0000016
Pedicol 5,5mm SM vs Pedicol 5,5mm 5P	0,000000755
Pedicol 5,5mm SM vs Pedicol 5,5mm 5Safe	0,26
Pedicol 6,5mm 6P vs Pedicol 6,5mm 6Safe	0,003
Pedicol 6,5mm SM vs Pedicol 6,5mm 6P	0,00021
Pedicol 6,5mm SM vs Pedicol 6,5mm 6Safe	0,012
Safe 5,5mm 5S vs Safe 5,5mm 5P	0,003
Safe 5,5mm SM vs Safe 5,5mm 5P	0,00014
Safe 5,5mm SM vs Safe 5,5mm 5S	0,08
Safe 6,5mm 6S vs Safe 6,5mm 6P	0,0006
Safe 6,5mm SM vs Safe 6,5mm 6P	0,00000042
Safe 6,5mm SM vs Safe 6,5mm 6S	0,018

5P= Macho 5,0mm Pedicol; 5S= Macho 5,0mm Safe; 6S= Macho 6,0mm Safe; 6P= Macho 6,0mm Pedicol; SM= Sem macheamento.

DISCUSSÃO

O desenho da rosca do macho utilizado para o preparo do orifício piloto influenciou a resistência ao arrancamento dos parafusos do sistema de fixação vertebral utilizados nesse estudo. Nos parafusos de superfície rugosa (Safe) a congruência do macheamento aumentou a resistência dos parafusos pediculares ao arrancamento. Nos parafusos de superfície lisa (Pedicol) a resistência ao arrancamento foi observado com a utilização do macheamento incongruente.

Os parafusos pediculares tem sido amplamente utilizado nos sistemas de fixação vertebral, e a sua inserção no pedículo vertebral tem sido realizada por meio da perfuração do orifício piloto, seguida do macheamento e inserção dos parafusos no pedículo vertebral. Esses passos técnicos foram influenciados pela técnica da osteossíntese dos ossos longos, na qual o orifício piloto era realizado para a inserção precisa dos parafusos no osso cortical. O macheamento do orifício piloto permitia a configuração do desenho do parafuso no osso cortical e a sua adaptação, evitando as fraturas do osso cortical adjacente.[4] No osso cortical o machemanto era realizado com o mesmo diâmetro do parafuso. No entanto, nos ossos esponjosos e na coluna vertebral o macheamento do orifício piloto com o mesmo diâmetro do parafuso ocasionava redução da resistência dos implantes ao arrancamento.[8-9]

O macheamento do orifício piloto com o mesmo diâmetro dos parafusos reduz a resistência ao arrancamento dos parafusos e não apresenta vantagens.[5] A utilização do macheamento dos parafusos dos sistemas de fixação vertebral tem sido realizada com o diâmetro menor que o diâmetro do parafuso pedicular, e os estudos biomecânicos tem evidenciado a superioridade biomecânica do macheamento do orifício piloto com diâmetro menor que o diâmetro dos parafusos pediculares.[6] Observaram que o macheamento com diâmetro menor que 1mm aumentava a resistência ao arrancamento dos parafusos pediculares.[7] Ao contrário do macheamento dos ossos corticais, o macheamento do orifício piloto dos parafusos

pediculares com diâmetro menor que o diâmetro dos parafusos aumenta a resistência dos parafusos pediculares ao arrancamento, e tem sido utilizada nos sistemas de fixação vertebral.[10]

O macheamento do orifício piloto dos parafusos pediculares tem sido utilizado com muita frequência para a colocação dos parafusos pediculares, considerando as razões biomecânicas mencionadas e também como medida de segurança para a verificação da integridade das paredes dos pedículos vertebrais antes da introdução dos parafusos pediculares, além de permitir que o parafuso seja inserido com menor resistência facilitando a inserção do parafuso. A utilização de orifício piloto de menor diâmetro e a abolição do seu macheamento aumenta a resistência dos parafusos ao arrancamento.[6] Esse fato foi observado em todos os grupos experimentais do nosso estudo. No entanto, durante a implantação cirúrgica dos parafusos pediculares a abolição do macheamento impede a verificação da integridade das paredes do pedículo antes da inserção dos implantes.

O macheamento do orifício piloto com a utilização de macho com menor diâmetro em relação ao parafuso está fundamentado pelos estudos biomecânicos realizados[7] e a importância do desenho do passo da rosca do macho foi relatado por Bohl et al. Esses autores observaram em ensaios mecânicos que a utilização de machos incongruentes, ou seja, com passo da rosca diferente do parafuso pedicular ocasionam a redução da resistência ao arrancamento dos implantes.[6]

No presente estudo a influência da incongruência do passo de rosca dos machos no preparo do orifício piloto foi parcialmente observada. Somente uma modalidade de parafusos (Safe) que possui superfície rugosa apresentou o padrão descrito por Bohl et al., no qual a incongruência do macheamento ocasionou a resistência dos parafusos ao arrancamento. Nos parafusos de superfície lisa (Pedicol) o efeito observado em nosso estudo foi contrário ao descrito por Bohl et al., tendo sido observado maior resistência ao arrancamento dos implantes com a utilização do macho incongruente.

O modelo experimental utilizado para avaliar a hipótese de que a congruência do macheamento do orifício piloto influencia na resistência ao arrancamento dos parafusos pediculares deve considerar que a poliuretana é de natureza homogênea e similar ao osso esponjoso da vértebra, porém na realidade é um material sintético e com propriedades distintas da vértebra. No entanto, esse modelo tem sido largamente utilizado e relatado como de validade clínica.[11,12] Deve ser também considerado na análise do modelo, que os parafusos dos sistemas de fixação pedicular são submetidos principalmente às cargas cíclicas, ao contrário da resistência ao arrancamento dos parafusos pediculares utilizados no estudo. Essas considerações não invalidam o modelo utilizado e os resultados, mas servem para auxiliar na análise crítica dos resultados.

A resistência ao arrancamento dos parafusos pediculares apresenta grande importância na estabilidade mecânica dos sistemas de fixação pedicular e depende dos implantes, da densidade do tecido ósseo e do preparo do orifício piloto.[4,5] O preparo do orifício piloto é o único parâmetro que depende da atuação do cirurgião no ato cirúrgico e pode alterar o resultado final do tratamento realizado.

A influência da congruência do macheamento do orifício piloto e na resistência ao arrancamento dos implantes pode ser apenas um dos fatores que fazem parte da constelação de elementos que influenciam a estabilidade da ancoragem dos implantes. Em nosso estudo essa influência pode somente ser observada parcialmente nos parafusos de superfície rugosa e os resultados, que não corroboram totalmente os estudos realizados,[6] reforçando a necessidade de estudos adicionais nessa área para confirmar a relevância da congruência do macheamento do orifício piloto na ancoragem dos parafusos pediculares.

CONCLUSÃO

A congruência do macheamento do orifício piloto influenciou a resistência ao arrancamento dos parafusos pediculares de superficie rugosa. Nos parafusos pediculares de superfície lisa a utilização de machos incongruentes aumentou a resistência ao arrancamento dos implantes.

Todos os autores declaram não haver nenhum potencial conflito de interesses referente a este artigo.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES: Cada autor contribuiu individual e significantemente para o desenvolvimento deste artigo. RBCF: contribuições substanciais para a concepção e desenho do trabalho, aquisição e interpretação dos dados para o trabalho e aprovação final da versão a ser publicada. KT: contribuição para coleta e análise de dados. TDM: contribuição para coleta e análise de dados. ACS: contribuições substanciais para a coleta de dados do trabalho. HD: contribuições substanciais para a concepção e desenho do trabalho, contribuições para a análise e interpretação dos dados para o trabalho e aprovação final da versão a ser publicada. VR: revisão de conteúdo intelectual importante.

REFERÊNCIAS

1. Tsai WC, Chen PQ, Lu TW, Wu SS, Shih KS, Lin SC. Comparison and prediction of pullout strength of conical and cylindrical pedicle screws within synthetic bone. BMC Musculoskelet Disord. 2009;10:44.
2. Weinstein JN, Rydevik BL, Rauschning W. Anatomic and technical considerations of pedicle screw fixation. Clin Orthop Relat Res. 1992;(284):34-46.
3. Koranyi E, Bowman CE, Knecht CD, Janssen M. Holding power of orthopedic screws in bone. Clin Orthop Relat Res. 1970;72:283-6.
4. Oktenoğlu BT, Ferrara LA, Andalkar N, Ozer AF, Sarioğlu AC, Benzel EC. Effects of hole preparation on screw pullout resistance and insertional torque: a biomechanical study. J Neurosurg. 2001;94(1 Suppl):91-6.
5. Zdeblick TA, Kunz DN, Cooke ME, McCabe R. Pedicle screw pullout strength. Correlation with insertional torque. Spine (Phila Pa 1976). 1993;18(12):1673-6.
6. Bohl DD, Basques BA, Golinvaux NS, Toy JO, Matheis EA, Bucklen BS, et al. Undertapping of Lumbar Pedicle Screws Can Result in Tapping With a Pitch That Differs From That of the Screw, Which Decreases Screw Pullout Force. Spine (Phila Pa 1976). 2015;40(12):E729-34.
7. Chatzistergos PE, Sapkas G, Kourkoulis SK. The influence of the insertion technique on the pullout force of pedicle screws: an experimental study. Spine (Phila Pa 1976). 2010;35(9):E332-7.
8. Phan K, Hogan J, Maharaj M, Mobbs RJ. Cortical Bone Trajectory for Lumbar Pedicle Screw Placement: A Review of Published Reports. Orthop Surg. 2015;7(3):213-21.
9. Derincek A, Wu C, Mehbod A, Transfeldt EE. Biomechanical comparison of anatomic trajectory pedicle screw versus injectable calcium sulfate graft-augmented pedicle screw for salvage in cadaveric thoracic bone. J Spinal Disord Tech. 2006;19(4):286-91.
10. Kuklo TR, Lehman RA. Effect of various tapping diameters on insertion of thoracic pedicle screws: a biomechanical analysis. Spine (Phila Pa 1976). 2003;28(18):2066-71.
11. Conrad BP, Cordista AG, Horodyski M, Rechtine GR. Biomechanical evaluation of the pullout strength of cervical screws. J Spinal Disord Tech. 2005;18(6):506-10.
12. Brown GA, McCarthy T, Bourgeault CA, Callahan DJ. Mechanical performance of standard and cannulated 4.0-mm cancellous bone screws. J Orthop Res. 2000;18(2):307-12.

LUMBAR MICRODISCECTOMY WITH INTRASPINE® – A CASE SERIES

MICRODISCECTOMÍA LUMBAR CON INTRASPINE® - SERIE DE CASOS

MICRODISCECTOMIA LOMBAR COM INTRASPINE® - SÉRIE DE CASOS

Chloé Louise Gelder,[1] Martin Drozda,[2] George Spink[2]

1. Queen Elizabeth University Hospital, Glasgow, UK.
2. Hull and East Yorkshire NHS Trust, United Kingdom, UK.

ABSTRACT

Objective: To assess postoperative outcomes following lumbar microdiscectomy (LMD) with and without the use of a dynamic intralaminar device IntraSPINE®. Methods: A non-randomized single-surgeon retrospective analysis. Consecutive elective surgery was performed on patients with lumbar disc disease over a 16-month period. The study group was determined by electronic theatre database. Ninety-two (62 LMD and 30 ILD) of the 95 eligible patients were included in the study, with three being excluded due to incomplete data sets. The pain scores were assessed pre- and postoperatively using a 4-point scale (0 – pain free; 1 – mild; 2- moderate; 3 – severe). Results: The reduction in postoperative leg pain was similar (LMD 1.9 vs. IntraSPINE® 1.8) but the reduction in postoperative back pain was greater in the IntraSPINE® group (LMD 0.5 vs. IntraSPINE® 1.0; p = 0.17). Early recurrence of disc herniation (< 8 months) was lower in the IntraSPINE® group (6.7% vs. 19.4%; p = 0.097). The need for revision surgery was significantly lower in the IntraSPINE® group (p = 0.015). None of the IntraSPINE® recurrences required revision surgery, compared to 97% of the recurrences in the LMD group. Conclusions: This case series raises the possibility that in selected patients, the use of the IntraSPINE® may improve back pain and reduce recurrent disc herniation/revision surgery rates in lumbar microdiscectomy. A prospective randomized trial on the use of the IntraSPINE® should be considered, given the clinical and cost implications of revision surgery. ***Level of Evidence IV; Case series.***

Keywords: Lumbar Vertebrae; Intervertebral Disc Degeneration; Intervertebral Disc Displacement; Diskectomy.

RESUMO

Objetivo: Avaliar os resultados pós-operativos de microdiscectomia lombar (MDL) usando ou não o dispositivo intralaminar dinâmico IntraSPINE®. Métodos: Análise retrospectiva simples não randomizada feita por um único cirurgião de cirurgias eletivas consecutivas em pacientes com hérnia de disco lombar no período de 16 meses. O grupo de estudo foi determinado por um banco de dados eletrônicos de centro cirúrgico. Noventa e dois (62 MDL e 30 com dispositivos intralaminares, ILD) dos 95 pacientes elegíveis foram incluídos na pesquisa, sendo que três foram excluídos porque os dados eram incompletos. Os escores de dor foram avaliados no pré e pós-operatório com uma escala de 4 pontos (sendo 0 – sem dor, 1 – leve, 2 - moderada e 3 –severa). Resultados: A redução da dor nas pernas no pós-operatório foi similar (MDL 1,9 vs. IntraSPINE® 1,8), mas a redução da dor nas costas no pós-operatório foi melhor no grupo IntraSPINE® (MDL 0,5 vs. IntraSPINE® 1,0; p = 0,17). A reincidência precoce de hérnia de disco (< 8 meses) foi menor no grupo IntraSPINE® (6,7% vs. 19,4%; p = 0,097). A necessidade de cirurgia de revisão foi significativamente menor no grupo IntraSPINE® (p= 0,015). Nenhuma das reincidências no grupo com IntraSPINE® exigiu cirurgia de revisão em comparação com 97% das reincidências do grupo MDL. Conclusões: Esta série de casos levanta a possibilidade de que, em pacientes selecionados, o uso de IntraSPINE® pode reduzir a dor nas costas e as taxas de recidiva de hérnia de disco e de cirurgias de revisão na microdiscectomia lombar. Um estudo prospectivo e randomizado do uso do IntraSPINE® deve ser considerado, dadas as implicações clínicas e o custo da cirurgia de revisão. ***Nível de Evidência IV; Série de casos.***

Descritores: *Vértebras Lombares; Degeneração do Disco Intervertebral; Deslocamento do Disco Intervertebral; Discotomia.*

RESUMEN

Objetivo: Evaluar los resultados postoperatorios de la microdiscectomía lumbar (MDL) utilizando o no el dispositivo intralaminar dinámico IntraSPINE®. Métodos Análisis retrospectivo simple y no aleatorio realizado por uno solo cirujano de cirugías electivas consecutivas en pacientes con hernia de disco lumbar durante un período de 16 meses. El grupo de estudios fue determinado por una base de datos electrónicos de centro quirúrgico. Noventa y dos (62 MDL y 30 con dispositivos intralaminares, ILD) de los 95 elegibles fueron incluidos en el estudio, siendo que tres fueron excluidos porque los datos estaban incompletos. Las puntuaciones de dolor se evaluaron antes y después de la operación con una escala de 4 puntos (0: sin dolor, 1: leve, 2: moderado, 3: grave). Resultados: La reducción del dolor postoperatorio de pierna fue similar (MDL 1,9 versus IntraSPINE® 1,8). Sin embargo, la reducción del dolor postoperatorio de la espalda fue mayor en el grupo con IntraSPINE® (MDL 0,5 versus IntraSPINE® 1,0; p = 0,17). La recurrencia temprana de hernia del disco (< 8 meses) fue menor en el grupo IntraSPINE® (6,7% versus 19,4%; p = 0,097). La necesidad de cirugía de revisión fue significativamente menor en el grupo IntraSPINE® (p = 0,015). Ninguna de las recurrencias en el grupo IntraSPINE® requirió cirugía de revisión en comparación con 97% de las recurrencias en el grupo MDL. Conclusiones: Esta serie de casos plantea la posibilidad de que, en pacientes seleccionados, el uso de IntraSPINE® pueda reducir el dolor de espalda y reducir las tasas de recurrencia de hernia de disco y las cirugías de revisión en la microdiscectomía lumbar. Se debe considerar un estudio prospectivo y aleatorizado del uso de IntraSPINE®, dadas las implicaciones clínicas y el costo de la cirugía de revisión. ***Nivel de Evidencia IV; Serie de casos.***

Descriptores: *Vértebras Lumbares; Degeneración del Disco Intervertebral; Desplazamiento del Disco Intervertebral; Discectomía.*

Study Conducted at Hull University Teaching Hospital (HUTH), United Kingdom, UK.
Correspondence: Chloé Louise Gelder. Hull Royal infirmary, Anlaby Road, Hull HU3 2JZ. 07900370082. chloegelder@nhs.net

http://dx.doi.org/10.1590/S1808-185120201903207243

CC BY

Received on 07/09/2018 accepted on 12/03/2019

INTRODUCTION

The IntraSPINE® is a dynamic intralaminar device produced by Cousin Biotech, and indicated for use in lumbar spine surgery. It is made from medical dimethyl siloxane with a polyethylene terephthalate covering, with the anterior part being designed to perfectly fit the intralaminar space. It is sold in five different sizes (8, 10, 12, 14, 16 mm) and is coated with silicone to prevent fibrosis and adhesions surrounding the spinal structures and the ligamentum flavum. The posterior part is triangular in shape, with a linear cavity designed to distort on vertebral extension.[1] The difference in anterior and posterior compression ratios does not limit the range of movement (ROM).[2] An artificial supraspinatus ligament is supplied for reconstruction in cases of supraspinatus ligament insufficiency, to achieve the correct level of distraction and compression. A unilateral minimally invasive approach is recommended.[3]

As the anterior part of the IntraSPINE® sits more anteriorly in the intralaminar space, the device is closer to the normal segmental axis of instantaneous rotation. Biomechanical studies and didactic tests show that it does not limit posterior extension, but moderately limits flexion, thereby relieving pressure on the disc.[4] Lateral flexion is partially restored, due to the intralaminar action of the device.[3]

The indications of the manufacturer, Cousin Biotech for the use of the IntraSPINE® are "chronic low back pain in black disc with facet-syndrome (preoperative evaluation with dynamic X-Rays and block tests of the facet joints), soft and/or dynamic stenosis and foraminal stenosis after operations for large expelled disc hernias in young patients in order to prevent the collapse of the disc and subsequent chronic lower back pain, and insufficiency of the supra--spinal fibrous complex".[1] Furthermore, it is stated that the device should be used after failure of all conservative methods of treatment, as an alternative to a more invasive surgical procedure and in the first phase of degenerative pathology.[5] The device is designed to be inserted via minimally invasive unilateral posterior approach, either using the device alone or with the artificial ligament.[4]

A search of the current literature on the use of the IntraSPINE® found only data produced by Dr. Giancarlo Guizzardi, the creator of the device. See references and literature search.

METHODS

Literature Search

A literature search was conducted using Ovid Embase, searching on articles published from 1974 to August 15, 2014. The search terms used were: IntraSPINE®, lumbar microdiscectomy, lumbar disk hernia, intervertebral discectomy, microsurgery, lumbar spine, intervertebral disk hernia, lumbar discectomy, lumbar diskectomy, lumbar dis* hernia, intervertebr* discectomy, intervertebr* discectomy, intervertebr* dis* hernia, lumbar spin*, microsurg*, interspinous device and intralaminar device. All titles and abstracts retrieved in the search were screened, to determine the current literature on IntraSPINE® use in patients with lumbar intervertebral disc herniation treated with lumbar microdiscectomy. Literature shown on the Cousin Biotech website was also reviewed.[6]

Data Collection

Ninety-five eligible patients were identified, on whom data was obtained using the electronic theatre database (ORMIS). Ninety-two (62 LMD and 30 ILD) of the 95 eligible patients were included in the series, with three being excluded due to incomplete data sets. Pain scores were assessed pre- and postoperatively using a 4-point scale (0 – pain free; 1 – mild; 2- moderate; 3 – severe).

Clinical Features of the Case Series

All patients in this case series had had lumbar disc nerve root compression with radicular leg pain for more than 8 weeks that was worse than their back pain. As the IntraSPINE® is designed to protect against symptoms from black disc/facet joint disease and further recurrences, the patients selected by the senior surgeon for use of the IntraSPINE® were younger, generally with large prolapses, black disc disease, facet joint disease, and usually very active lifestyles.

Of the 92 patients, 40 were male (43%) and 52 female (57%). Of the 62 LMD patients, 30 were male (48%) and 32 female (52%). In the IntraSPINE® group of 30 patients, 10 were male (33%) and 20 female (67%).

The patients' ages ranged from 18 to 74 years (mean 45 years, mode 41 years, median 44 years and standard deviation 12 years). In the LMD group, patients' ages ranged from 21 to 74 years (mean 47 years, mode 41 years, median 46 years and standard deviation 11 years). In the IntraSPINE® group, the age range was 18 to 71 years old (mean 41 years, mode 48 years, median 40 years and standard deviation 11 years); all values are to the nearest year.

In the LMD group, five of the 62 patients (8%) had had previous lumbar surgery. Of the 30 IntraSPINE® patients, 13 (43%) had had previous lumbar surgery.

Patient Follow-Up and Imaging

The average length of follow-up time was 8 months. Patients with residual or recurrent post op radicular symptoms underwent x-rays to assess the position of the implant, and MRI scans to assess for disc recurrence, scar tissue and infection.

Lumbar Microdiscectomy

The IntraSPINE® device was inserted as per the manufacturer's guidelines; the artificial ligament was only used when the patient's intraspinous ligament was ruptured, and intraoperative steps were taken to ensure that the posterior ligament complex was preserved wherever possible.

Single level microdiscectomies were performed in 82 (89.1%) patients; 23 (76.7%) in the IntraSPINE® group and 59 (95.2%) in the LMD group. Multiple level microdiscectomies were performed in ten (10.9%) patients; seven (23.3%) in the IntraSPINE® group and three (4.8%) in the LMD group. Of the 62 patients in the LMD group, two had a microdiscectomy at the L3/L4 level, two at the L3/L4 and L4/L5 levels, 24 at the L4/L5 level, one at the L4/L5 and L5/S1 levels and 33 at the L5/S1 level. In the IntraSPINE® group of 30 patients, one microdiscetomy was performed at the L3/L4 level, nine at the L4/L5 level, seven at the L4/L5 and L5/S1 levels and 13 at the L5/S1 level.

This procedure was the first lumbar microdiscectomy for 74 of the 92 patients (80.4%); 17 (56.7%) of the IntraSPINE® patient group and 57 (91.9%) in the LMD group. Durotomies occurred in six patients in the LMD group (9.7%). No durotomies occurred in the IntraSPINE® patients.

Data Analysis

A single-surgeon retrospective analysis of patient data was performed.

Statistical Analysis

The statistical significance of leg and back pain reduction was analyzed using an unpaired t-test. Recurrence of disc herniation and the need for revision surgery were analyzed using Fisher's exact test.

RESULTS

Postoperative Back and Leg Pain

Using the 4-point pain scale (0 – pain free; 1 – mild; 2- moderate; 3 – severe), the average pain score was 1.7 for preoperative back pain and 2.7 for preoperative leg pain. The average pain score for preoperative back pain was 1.5 in the LMD group and 2.2 in the IntraSPINE® group. The average preoperative leg pain scores were 2.8 in the LMD group and 2.6 in the IntraSPINE® group.

Postoperative leg pain reduction was similar in both groups; the average reduction in leg pain scores was 1.9 in the LMD group and 1.8 in the IntraSPINE® group. Postoperative back pain reduction was greater in the IntraSPINE® group; the average reduction in back pain scores was 0.5 in the LMD group and 1.0 in the IntraSPINE® group ($p = 0.17$). (Figure 1)

Overall, there was an improvement in back pain after lumbar microdiscectomy in 49 patients (53.3%): 20 patients (66.7%) in the IntraSPINE® group and 29 patients (46.8%) in the LMD group. There was no difference in back pain in 13 patients (14.1%) (seven patients (23.3%) in the IntraSPINE® group and 18 patients (29.0%) in the LMD group) and there was a deterioration in back pain in 18 patients (19.6%) (three patients (10%) in the IntraSPINE® group and 15 patients (24.2%) in the LMD group).

Early Disc Recurrence

Early disc recurrence (< 8 months) was lower in the IntraSPINE® group. Overall, 14 patients had early disc recurrence; two in the IntraSPINE® group and 12 in the LMD group (6.7% vs. 19.4%; p = 0.097). (Figure 2) Nerve root blocks were used to treat the pain caused by early disc recurrence in five of the LMD patients with disc recurrence (four of those had revision surgery); none of the IntraSPINE® patients with disc recurrence required nerve root blocks.

Revision Surgery

Of the 14 patients that had disc recurrence, ten required revision surgery. None of the IntraSPINE® recurrences required revision surgery, compared to 97% of the recurrences in the LMD group (p = 0.015) that did require revision surgery. (Figure 3)

Device Integrity

There have been no cases to date, in this small case series, of the implant becoming infected, moving, or requiring removal.

DISCUSSION

This case series raises the possibility that the use of IntraSPINE®, in selected patients, may improve back pain and reduce recurrent disc herniation/revision surgery rates in lumbar microdiscectomy.

Postoperative Leg and Back Pain Reduction

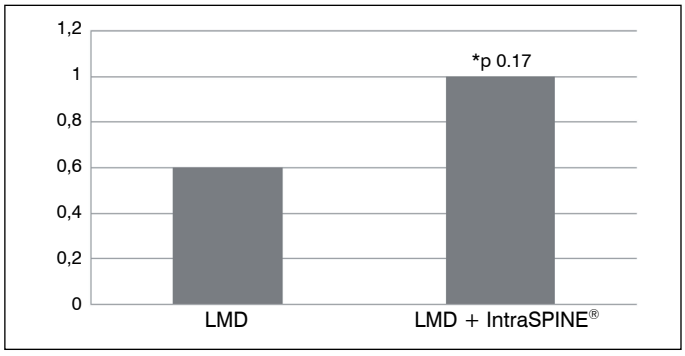

Figure 1. Average postoperative reduction in back pain score. (LMD – Lumbar Microdiscectomy alone. LMD + IntraSPINE® - Lumbar Microdiscectomy with IntraSPINE® insertion).

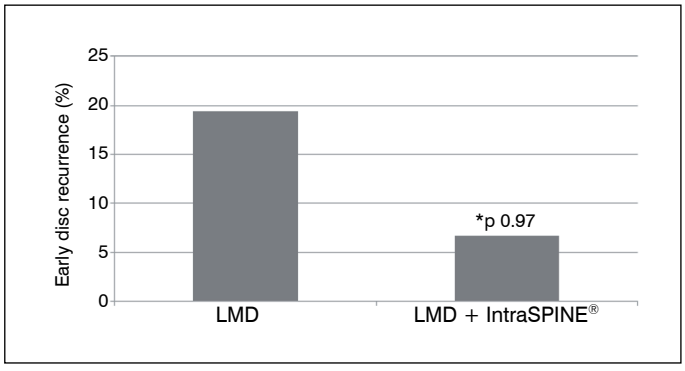

Figure 2. Percentage of early disc herniation recurrence (< 8 months). (LMD – Lumbar Microdiscectomy alone. LMD + IntraSPINE® - Lumbar Microdiscectomy with IntraSPINE® insertion).

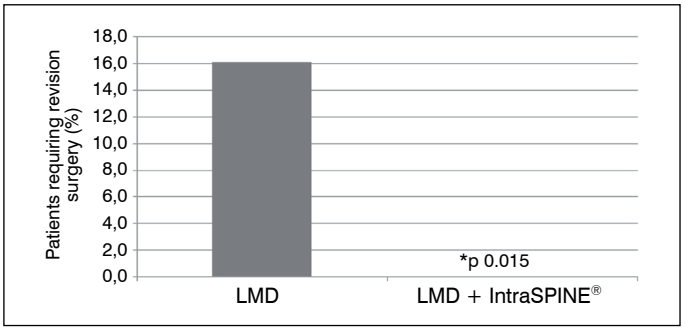

Figure 3. Percentage of patients that required revision surgery. (LMD – Lumbar Microdiscectomy alone. LMD + IntraSPINE® - Lumbar Microdiscectomy with IntraSPINE® insertion).

These results showed a reduction in patients' level of back pain with the use of the IntraSPINE® device, despite it being indicated for the treatment of radicular leg pain; there was an average 1.0-point reduction on the 4-point pain scale (p = 0.17). There was no difference in the level of leg pain reduction between the two groups.

Guizzardi et al.[5] showed a mean reduction in the visual analogue score (VAS) for lower back pain of 8.1 to 1.3, and in the Oswestry Disability Index (ODI) for lower back pain of 33.8 to 12.8, in patients with degenerative discs with facet syndrome; a mean reduction in VAS score of 8.4 to 0.5 and in the ODI of 40.1 to 11.6 in those with large extruding disc herniations, and a mean reduction in VAS score of 8.0 to 1.1 and in the ODI of 36.5 to 11.5 for those with soft stenosis without decompression. Therefore, our findings support those of other studies. The reason for a reduction in back pain is most likely due to a combination of normalization of the center of rotation and offloading of the disc in flexion.[5]

Early Disc Recurrence

Our study demonstrates a reduction in the number of patients with disc recurrence post-IntraSPINE® insertion compared to those with LMD alone (p = 0.097).

Revision Surgery

None of the patients in the IntraSPINE® group with a disc herniation recurrence required revision surgery (p = 0.015). In an Italian multicenter study with 2-year follow up of 84 patients, three of the patients (3.6%) required revision surgery within six months of the original procedure. Of the three patients in this study that required revision surgery two suffered from degenerative disc with facet syndrome, and one suffered from soft stenosis without decompression. In Guizzardi et al.[5] none of the patients with a large extruded disc herniation and use of IntraSPINE® required revision surgery.[5] This is in agreement with the findings of our series, suggesting that one possible clinical indication for the IntraSPINE® device is in patients with large extruded disc herniations.

Revision surgery after disc herniation recurrence was required in ten patients in whom the IntraSPINE® device was not used. This high revision rate is due to the surgeon's preference for a fairly aggressive approach in managing recurrent discs, and the fact that the patients were offered revision surgery at the same time as conservative management. The logistics of alternative conservative treatment with spinal injections was such that at the time of this series, the waiting time for a nerve root block was > 4 months, therefore most patients, when given the choice, opted for surgery.

Responders and Non-responders

A longer follow-up is required, as the characteristics of the IntraSPINE® group may affect recurrence risk rather than the use of the IntraSPINE® per se. There were more females than males in the IntraSPINE® group; this group also had a higher number of patients who had undergone previous lumbar surgery, compared to the LMD group. Of the patients who saw a distinct improvement

in their pain scores (of 2 to 3 points) there were no discernible differences in the patient demographics in comparison to overall group demographics.

CONCLUSION

A prospective randomized trial of IntraSPINE® usage in young patients with large extruded discs undergoing surgery for relief of radicular leg pain should be considered, given the clinical and cost implications of a postoperative reduction in back pain and the need for less revision surgery. This would identify whether the findings of this case series are reproducible, and whether there are any consistent characteristics among patients who respond to the IntraSPINE® device and those who do not.

ACKNOWLEDGEMENTS

Miss Anna Craig-McQuaide (Neurosurgery, Queen Elizabeth University Hospital, Glasgow).

All authors declare no potential conflict of interest related to this article.

CONTRIBUTION OF THE AUTHORS: Each author contributed individually and significantly to the development of the manuscript. CLG: Substantial contribution to the conception or design of the work, or acquisition, analysis or interpretation of the data for the work as well as writing of the work or critical review of its intellectual content. MD: analysis and interpretation of the data for the work as well as critical review of its intellectual content. GS: Substantial contribution to the conception or design of the work, or acquisition, analysis or interpretation of the data for the work as well as writing of the work or critical review of its intellectual content.

REFERENCES

1. Cousin Biotech, IntraSPINE®, France, Cousin Biotech. 2013.
2. Guizzardi G, Morichi R, Mattioli CM, Scaglione V, Ceccarelli M, Amoroso E, et al. Italian Multicentre Study on the use of a new interlaminar prosthesis (IntraSPINE®) in DDD of the Lumbar spine: preliminary report. Deutscher Wirbelsaulenkongress. Congress Centrum Ulm. 2008.
3. Guizzardi G, Petrini P. Interspinous versus Interlaminar devices in DDD: Biomechanics Tests. Deutscher Wirbelsaulenkongress Internationales Congress Center Munchen. 2009.
4. Guizzardi G, Petrini P. Biomechanical consideration on posterior motion preservation systems. Interspinous versus interlaminar devices. Columna. 2011;1(2):31-8.
5. Guizzardi G, Morichi R, Pradella S, Piccardi B, Amoruso E, Ceccarelli M, et al. Not Interspinous, but Interlaminar, Not Decompression Device, but Overload Assistence Device: INTRASpine, a Posterior Motion Preservation Device in Lumbar DDD; Biomechanichs, Indications and Clinical Results (up to 2 Years Follow up). Internacional Society for the advancement of spine surgery. 2011.
6. SUMHIT, Spinal Surgery - Lumbar - IntraSPINE® - Dynamic Interlaminar Device - Cousin Biotech. 2014. [Access in ? 10th April 2015] Available in : <http://www.cousin-biotech.com/en/products-cousin-biotech/spine-wide-range-products-made-of-soft-materials/intraspine-device-interspinous-space-laminar-support>

COMPORTAMENTO MECÂNICO DAS FRATURAS TORACOLOMBARES DO TIPO SPLIT CORONAL: ESTUDO POR ELEMENTOS FINITOS

MECHANICAL BEHAVIOR OF THORACOLUMBAR CORONAL SPLIT FRACTURES: FINITE ELEMENT ANALYSIS

COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LAS FRACTURAS TORACOLUMBARES DEL TIPO SPLIT CORONAL: ESTUDIO POR ELEMENTOS FINITOS

André Rafael Hubner,[1] Mateus Meira Garcia,[2] Rodrigo Alves Vieira Maia,[3] Daniel Gasparin,[2] Charles Leonardo Israel,[2,4,5] Leandro de Freitas Spinelli[2,4,5,6,7]

1. Hospital São Vicente de Paulo (HSVP)/Instituto de Ortopedia e Traumatologia de Passo Fundo (IOT), Programa de Fellowship da Coluna Vertebral (FCV), Passo Fundo, RS, Brasil.
2. Universidade de Passo Fundo (UPF), Departamento de Engenharia Mecânica, Passo Fundo, RS, Brasil.
3. Hospital São Vicente de Paulo (HSVP)/Instituto de Ortopedia e Traumatologia de Passo Fundo (IOT), Fellowship em Cirurgia da Coluna Vertebral, Passo Fundo, RS, Brasil.
4. Universidade de Passo Fundo (UPF), Laboratório de Bioengenharia, Biomecânica e Biomateriais, Passo Fundo, RS, Brasil.
5. Universidade de Passo Fundo (UPF), Programa de Pós-Graduação em Projeto e Processos de Fabricação, Passo Fundo, RS, Brasil.
6. Santa Casa de Misericórdia de Porto Alegre (HSCMPA), Serviço de Ortopedia e Traumatologia, Porto Alegre, RS, Brasil.
7. Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA), Departamento de Clínica Cirúrgica, Porto Alegre, RS, Brasil.

RESUMO

Objetivo: Analisar o comportamento das fraturas toracolombares do tipo split coronal através de elementos finitos. Métodos: Foram realizados dois estudos comparativos através da simulação de fratura do tipo split coronal, em modelo finito, considerando que a primeira vértebra lombar (L1) estava fraturada. No primeiro caso, considerou-se que o traço da fratura ocorria na metade do corpo vertebral (50%), já no segundo modelo, o traço de fratura ocorria na porção anterior do corpo (25%). Foram comparados os valores de tensão máxima segundo von Mises, assim como o deslocamento axial sofrido entre os fragmentos da vértebra fraturada. Resultados: Na fratura localizada ao nível da metade do corpo vertebral, os níveis de tensões encontrados foram 43% maiores (264,88 MPa x 151,16 MPa) do que aqueles na fratura a 25% no terço anterior do corpo vertebral, em que o deslocamento axial da porção fraturada também foi mais elevado (1,19 mm x 1,10 mm). Conclusões: As fraturas do tipo split coronal localizadas no quarto anterior do corpo vertebral concentram menos tensões e deslocamentos, sendo mais passíveis de tratamento conservador em comparação às fraturas que ocorrem na metade do corpo vertebral. ***Nível de Evidência III; Estudo experimental.***

Descritores: Coluna Vertebral; Fraturas da Coluna Vertebral; Resistência à Tração.

ABSTRACT

Objective: To analyze the behavior of thoracolumbar fractures of the coronal split type using the finite element method. Methods: Two comparative studies were conducted through simulation of coronal split fractures in a finite model in which the first lumbar vertebra (L1) was considered to be fractured. In the first case, the fracture line was considered to have occurred in the middle of the vertebral body (50%), while in the second model, the fracture line occurred in the anterior quarter of the vertebral body (25%). The maximum von Mises stress values were compared, as well as the axial displacement between fragments of the fractured vertebra. Results: The stress levels found for the fracture located at half of the vertebral body were 43% higher (264.88 MPa x 151.16 MPa) than those for the fracture located at the anterior 25% of the vertebra, and the axial displacement of the 50% fractured body was also greater (1.19 mm x 1.10 mm). Conclusions: Coronal split fractures located in the anterior quarter of the vertebral body incurred less stress and displacements and are more amenable to conservative treatment than 50% fractures occurring in the middle of the vertebral body. ***Level of Evidence III; Experimental study.***

Keywords: *Spine; Spinal Fractures; Tensile Strength.*

RESUMEN

Objetivo: Analizar el comportamiento de las fracturas toracolumbares del tipo split coronal a través de elementos finitos. Métodos: Se realizaron dos estudios comparativos a través de la simulación de fractura del tipo split coronal, en modelo finito, considerando que la primera vértebra lumbar (L1) estaba fracturada. En el primer caso, se consideró que el trazo de la fractura ocurría en la mitad del cuerpo vertebral (50%), ya en el segundo modelo, el trazo de la fractura ocurría en la porción anterior del cuerpo (25%). Fueron comparados los valores de tensión máxima según von Mises, así como el desplazamiento axial sufrido entre los fragmentos de la vértebra fracturada. Resultados: En la fractura localizada al nivel de la mitad del cuerpo vertebral, los niveles de tensiones encontrados fueron 43% mayores (264,88 MPa x 151,16 MPa) que aquellos en la fractura a 25% en el tercio anterior del cuerpo vertebral, en que el desplazamiento axial de la porción fracturada fue también más elevado (1,19 mm x 1,10 mm). Conclusiones: Las fracturas del tipo split coronal localizadas en el cuarto anterior del cuerpo vertebral concentran menores tensiones y desplazamientos, siendo más susceptibles de tratamiento conservador en comparación a las fracturas que ocurren en la mitad del cuerpo vertebral. ***Nivel de Evidencia III; Estudio experimental.***

Descriptores: *Columna Vertebral; Fracturas de la Columna Vertebral; Resistencia a la Tracción.*

Estudo realizado no Hospital São Vicente de Paulo (HSVP)/ Instituto de Ortopedia e Traumatologia de Passo Fundo (IOT) e no Laboratório de Bioengenharia, Biomecânica e Biomateriais da Universidade de Passo Fundo (UPF), Passo Fundo, RS, Brasil.
Correspondência: André Rafael Hubner. Rua Uruguai, 2050, Passo Fundo, RS, Brasil. 99010-112. arhubner@terra.com.br

http://dx.doi.org/10.1590/S1808-185120201903223027

CC BY

Recebido em 23/04/2019 aceito em 03/12/2019

INTRODUÇÃO

As fraturas do tipo *split* coronal podem ocorrer na coluna toracolombar por mecanismo de compressão por carga axial, dividindo a vertebra em um fragmento anterior e outro posterior. Estas fraturas podem apresentar vários graus de instabilidade à força de compressão dependendo da extensão da lesão no corpo vertebral, ocorrendo o mesmo com a estabilidade às forças de flexão, que podem estar mantidas ou reduzidas, dependendo do grau de lesão. As fraturas são caracterizadas por lesões do disco superior, fraturas por compressão, da placa terminal superior e fratura coronal do corpo vertebral. O material discal, bem como os fragmentos da placa terminal, são deslocados entre os dois fragmentos principais e o fragmento anterior do corpo vertebral é deslocada para a frente. A incidência exata de pseudoartose após esse tipo de fratura não é conhecida. A dor persistente após o tratamento conservador pode ser causada por pseudoartrose não diagnosticada. É possível tratar as fraturas do tipo *split* coronal por meio conservador, através de repouso e uso de órteses imobilizadoras até que ocorra a consolidação ou por tratamento cirúrgico através da fixação do segmento vertebral com parafusos pediculares.[1-3]

A classificação das fraturas na coluna baseia-se no fato de que a morfopatologia da lesão indica a força ou o momento aplicado sobre o segmento vertebral. As três forças básicas que produzem as lesões traumáticas do segmento vertebral são: compressão, tração e rotação, e desse modo a morfologia da fratura permite a determinação da patogênese da lesão. Em fraturas do tipo *split* o corpo vertebral está dividido no plano coronal ou sagital e o fragmento principal apresenta graus variáveis de desvio, tamanho e regularidade do traço da fratura.[4,5]

O objetivo deste estudo é avaliar as fraturas toracolombares do tipo split coronal através de elementos finitos, observando-se as tensões e os deslocamentos sofridos entre os fragmentos, para duas condições de fratura do corpo vertebral (25% e 50%), discutindo-se fatores limitantes para decisão do tratamento entre conservador ou cirúrgico.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho avalia duas condições de fratura do tipo *split* coronal e foi realizado através de simulações numéricas. Nos dois casos de análise, a fratura foi considerada na primeira vértebra lombar (L1). No primeiro caso, foi considerado que o traço da fratura ocorria na metade do corpo vertebral (50%), como pode ser visto na Figura 1(A). Na segunda simulação, considerou-se que a fratura ocorria no quarto anterior do corpo vertebral (25%), conforme visualizado na Figura 1(B). A região foi escolhida por se tratar de uma zona da coluna vertebral onde ocorre grande parte das fraturas, conforme estudo de Magerl e Engelhardt.[6] Por se tratar de um estudo numérico, não houve a necessidade de apreciação por um Comitê de Ética em Pesquisa.

O modelo foi concebido no *software* de elementos finitos Ansys. Inicialmente, foram definidas as propriedades dos materiais. Estes valores foram retirados de Kumaresan et al[7] e podem ser vistos na Tabela 1. Para uma simplificação na análise, e com base que o módulo de elasticidade para o anel e núcleo dos discos intervertebrais são iguais, foi feito uma média entre os coeficientes de Poisson das duas regiões do disco, resultando em um valor de 0,45.

A vértebra L1 foi caracterizada com uma resistência menor do que as demais vértebras. Assim, foi considerado e atribuído o valor de módulo de elasticidade e coeficiente de Poisson de 0,01MPa e 0,49 respectivamente. Para manter a simplicidade na análise todos os materiais foram considerados como isotrópicos.

A região da fratura foi considerada em atrito com os corpos da sua zona de contato. Todavia, os demais contatos entre os componentes ficaram estabelecidos como *bonded*. O contato de atrito foi considerado pelo fato do corpo quebrado não estar "conectado" do restante da estrutura anatômica, além de restringir as penetrações entre os sólidos e incorporando os esforços normais e tangenciais entre as superfícies. O coeficiente de atrito foi arbitrado com um valor de 0,01, conforme observado em outros estudos biomecânicos.[7,8]

Assim, definiu-se uma carga compressiva de 1000N localizada na superfície superior da vértebra T11. A restrição do elemento foi imposta na superfície inferior da quarta vértebra lombar (L4). A ilustração desta etapa pode ser visualizada na Figura 2, na qual a letra "A" simboliza a região fixa e as letras "B" e "C" a força aplicada na estrutura.

Em sequência, foi realizada a geração e o refinamento da malha de elementos finitos. O refinamento tem grande importância, pois um refinamento computacional eficiente é fundamental para a solução das equações diferenciais, principalmente quando há

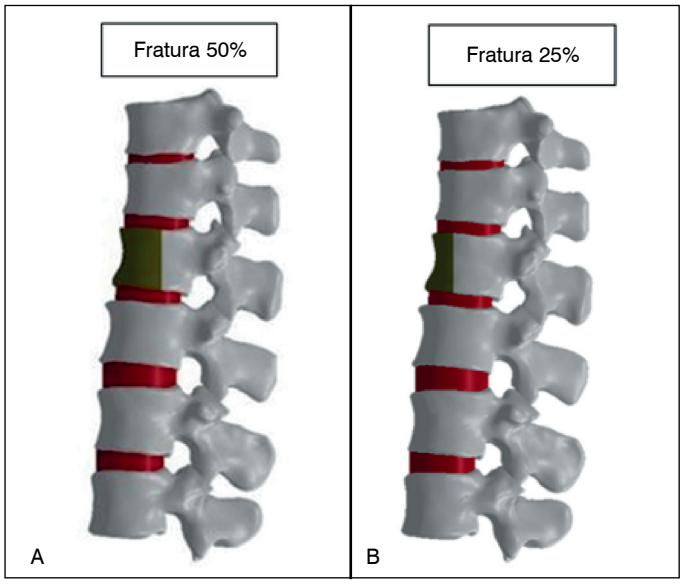

Figura 1. Região da fratura na metade do corpo 50 %, (A) e a 25% anterior do corpo (B).

Tabela 1. Propriedades mecânicas dos materiais.[7]

	Módulo de elasticidade (MPa)	Coeficiente de Poisson
Osso cortical	10000	0,29
Osso trabecular	100	0,29
Anel do disco intervertebral	3.4	0,40
Núcleo do disco intervertebral	3.4	0,49

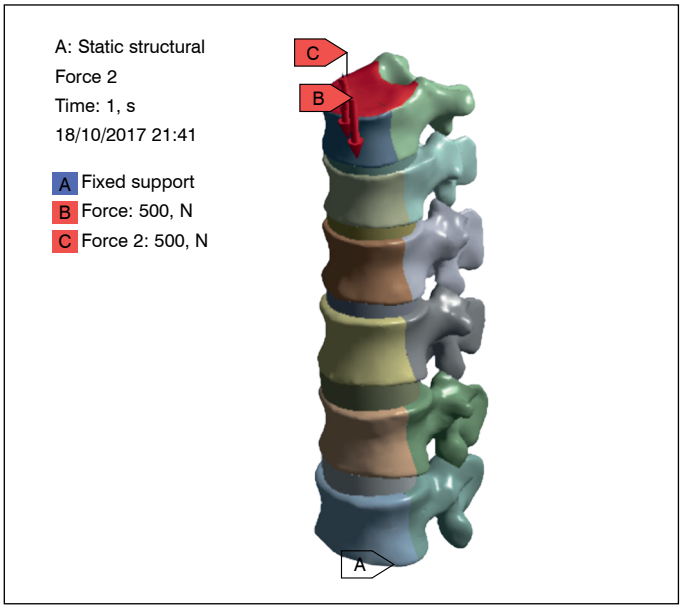

Figura 2. Aplicação da força e definição das condições de contorno.

grande quantidade de variáveis envolvidas.[9] Foi definida a malha nas vértebras de T11 a L4 e os discos de T11-T12 a L3L4, todos com formulação quadrilateral de primeira ordem e tamanho do elemento de 2 mm, conforme pode ser visto na Figura 3.

RESULTADOS

Com base nas informações fornecidas ao *software* CAE, pode-se processar as duas análises de elementos finitos. Os valores de tensões máximas encontrados podem ser observados na Tabela 2.

A Figura 4 (A)(B) mostra a localização da tensão máxima e mínima da simulação de fraturas com 50% e 25%, respectivamente. Demonstra-se, portanto, que as maiores tensões ocorrem nas porções das facetas de L1 quando ocorre uma fratura *split* com traço a 50% do corpo vertebral e nas porções inferiores das facetas L2 quando a fratura ocorre a 25% anterior do corpo vertebral.

A partir disso, é possível observar a deformação axial ocorrida na vértebra L1 nas duas simulações realizadas. As diferenças dos valores de deformação axial entre a região frontal quebrada e o corpo fixo da vértebra é igual ao distanciamento ocorrido entre os corpos. A Figura 5 ilustra a retirada dos valores de deformação axial gerado na vértebra L1 na simulação de fratura a 50% do corpo vertebral. A Figura 6 mostra a retirada dos valores de deformação axial na vértebra L1 ocorrido na simulação de fratura a 25% anterior do corpo vertebral.

A Tabela 3 apresenta o distanciamento entre os fragmentos e o restante dos corpos das vértebras.

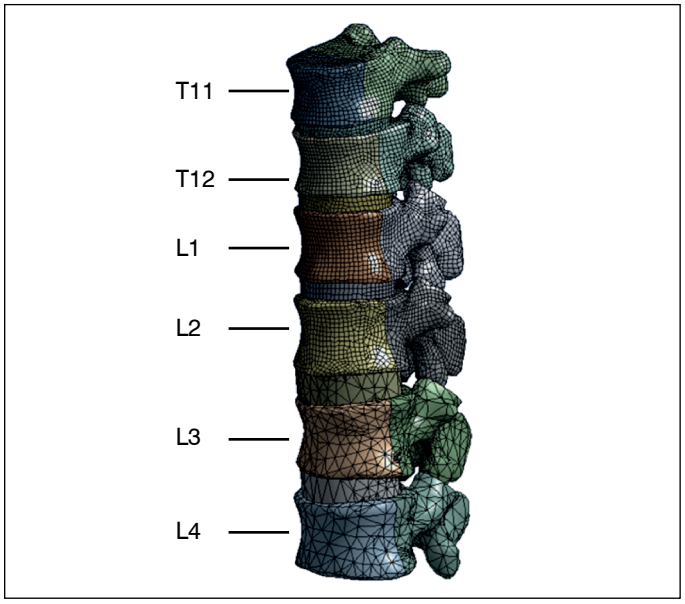

Figura 3. Malha da estrutura anatômica.

Tabela 2. Valores máximos de tensão encontrados na análise.

	Tensão máxima de Von Misses (MPa)
Fratura 50%	264,88
Fratura 25%	151,16

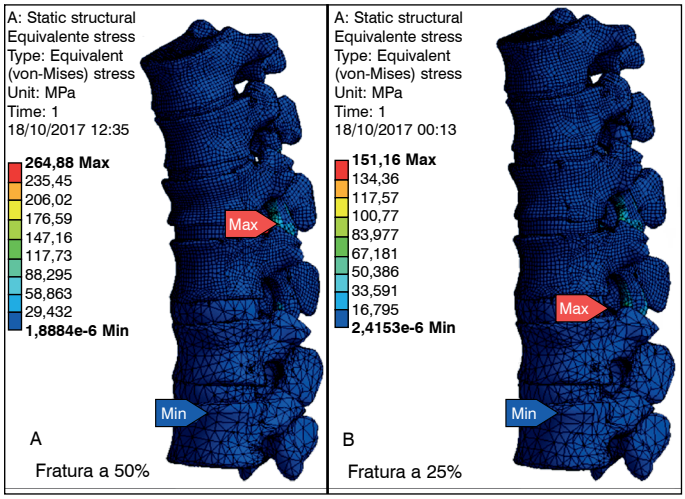

Figura 4. Valores das tensões de Von Misses obtidos.

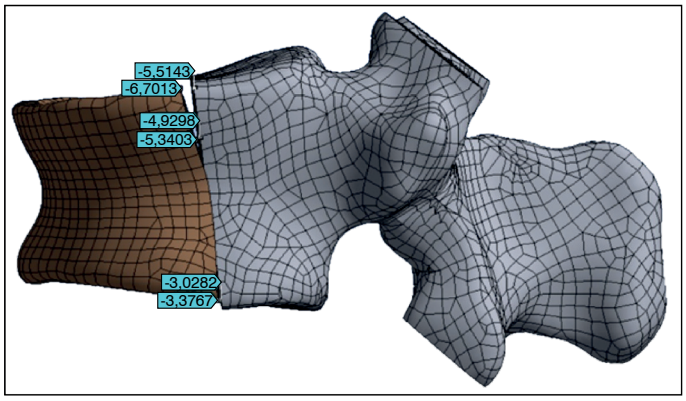

Figura 5. Observação de valores de deformação axial da região com fratura na metade do corpo vertebral (50%).

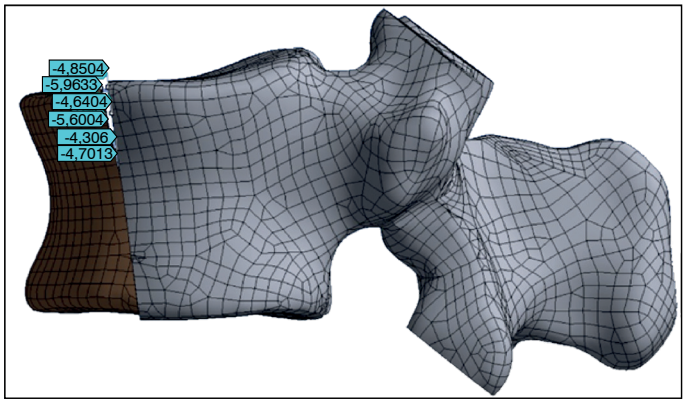

Figura 6. Observação dos valores de deformação axial da região fraturada a 25%.

Tabela 3. Valores encontrados na deformação axial da vértebra L1.

	Descrição	Deformação axial parcela quebrada (mm)	Deformação axial corpo fixo (mm)	Diferença (mm)
Fratura 50%	Vértebra L1	6,7013	5,5143	1,1870
		5,3403	4,9298	0,4105
		3,3767	3,0282	0,3485
Fratura 25%	Vértebra L1	5,9633	4,8584	1,1049
		5,6004	4,6404	0,9600
		4,7013	4,3060	0,3953

DISCUSSÃO

A presente pesquisa avaliou as fraturas toracolombares do tipo *split* coronal através de elementos finitos, observando-se as tensões e os deslocamentos sofridos entre os fragmentos, para duas condições de fratura do corpo vertebral (25% e 50%). Para a fratura com 50% do corpo vertebral, pode ser visto que a região das facetas da vértebra L1 ficou mais sobrecarregada. Na fratura ocorrida no quarto anterior do corpo vertebral, o maior valor de tensão ficou nas facetas da vértebra L2. Diante disso, observa-se que quanto menos lesionada estiver a vértebra L1, a mesma proporciona uma melhor distribuição de cargas para as demais vértebras. Assim, mesmo

estando fraturada, o maior nível de tensão pode ser ocasionado em outra região não danificada. Para tanto, ao modo que a fratura ocorra mais posteriormente ao longo do corpo observa-se que a região das facetas vai ficando mais sobrecarregada. Nas duas simulações de fraturas, o valor de mínima tensão de *Von Misses* foi obtido na região facetaria da quarta vértebra lombar (L4). Confrontando os resultados e, ressaltando que foram impostas as mesmas condições de contorno e considerações para ambos os casos, a fratura a 50% do corpo vertebral apresentou tensão máxima de Von Misses 43% maior que a fratura no quarto anterior do corpo vertebral (25%).

Na avaliação do deslocamento axial nas simulações, o maior deslocamento do corpo fraturado em relação a parte ligada com o restante da estrutura foi observado na fratura a 50% do corpo vertebral. Também, ao contrário do que aconteceu na análise da fratura a 50% do corpo vertebral, pode ser visto que para a fratura a 25% anterior do corpo vertebral a região não sofreu deslocamento axial na parte inferior da vértebra. Isto pode mostrar o porquê que em alguns casos há invaginação do disco intervertebral, dificultando a consolidação da fratura. Provavelmente, existiria ainda uma maior abertura se o caso fosse considerado em uma análise dinâmica ou ainda se a fratura coronal ocorresse com uma maior porção de corpo vertebral.

Na prática médica, o objetivo do tratamento dessas fraturas é a restauração da função do paciente, facilitando os cuidados de enfermagem e impedindo uma deterioração adicional. A vantagem do método de tratamento não operatório tem sido evitar a morbidade operatória, como infecção, lesão neurológica iatrogênica, falha do implante e complicações da anestesia.[9-11] Múltiplos estudos não conseguiram demonstrar o benefício funcional entre o tratamento cirúrgico e não-operatório de lesões estáveis.[12,13] O manejo cirúrgico está relacionado com uma melhor correção da cifose, mas com dor e desfechos funcionais semelhantes no pós-operatório.[14] É imperativo que o tratamento não operatório seja monitorado de perto, pois há o potencial de progressão da deformidade.[15,16]

Na coluna vertebral, estudos biomecânicos são importantes tanto para conhecimento da fisiopatologia das lesões quanto para o desenvolvimento de estratégias de prevenção e tratamento. Usualmente esses estudos são realizados por meio de experimentos *in vitro* aplicados em segmentos da coluna vertebral obtidos de cadáveres. Estudos em seres vivos fornecem informações mais fidedignas e mais próximas da realidade. No entanto, aspectos éticos e legislação mais rigorosa exigem redução do uso de modelos que empregam animais vivos. Os modelos computacionais de vértebras criados pelo método de elementos finitos facilitam a investigação das propriedades do componente ósseo da coluna vertebral, permitindo testes mais elaborados do que aqueles possíveis nos experimentos in vitro. Devido à relativa simplicidade anatômica da vértebra, a validação desses modelos computacionais é mais fácil quando comparada aos modelos de discos intervertebrais e de segmentos vertebrais.[16,17] Com o avanço tecnológico dos exames de imagem e dos recursos de computação, espera-se a possibilidade de criação de modelos finitos altamente específicos baseados nas características do indivíduo estudado.

CONCLUSÃO

Através das simulações numéricas analisadas, foi possível avaliar o comportamento de fraturas toracolombares do tipo *split* coronal para as circunstâncias impostas ao modelo (25% e 50%) em relação a tensões e deformações.

Estimou-se que as fraturas que ocorrem na metade do corpo vertebral (50%) terão mais dificuldade de consolidação por método não cirúrgico quando comparadas com a fratura cujo traço esteja localizado anteriormente à metade do corpo vertebral (25%), já que os deslocamentos apresentados são maiores, justificando uma maior taxa de pseudartrose, quando tratadas conservadoramente.

Todos os autores declaram não haver nenhum potencial conflito de interesses referente a este artigo.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES: RAVM contribuiu no conceito e redação do manuscrito. Os autores MMG e DG atuaram no conceito, redação do manuscrito e nas simulações das fraturas toracolombares feitas nos modelos finitos. ARH, CLI e LFS realizaram a pesquisa bibliográfica, a redação e a revisão do manuscrito e contribuíram com o conceito intelectual do estudo.

REFERÊNCIAS

1. Davies WE, Morris JH, Hill V. An analysis of conservative (nonsurgical) management of thoracolumbar fractures and fractures-dislocations with neural damage. J Bone Joint Surg [Am]. 1980;62(8):1324–8.
2. Delfino HLA. Classificação das fraturas da coluna torácica e lombar. Coluna. 2002;1(1):41-8.
3. Roy-Camille R, Lehèvre JF. Pseudarthrose des corps vertébraux durachis dorso-lombaire. Rev Chir Orthop. 1975;61:249–57.
4. Bedbrook GM. Treatment of thoracolumbar dislocation and fractures with paraplegia. Clin Orthop Relat Res. 1975;(112):27–43.
5. Reinhold M, Audigé L, Schnake K, Bellabarba C, Dai LY, Oner FC. AO spine injury classification system: a revision proposal for the thoracic and lumbar spine. Eur Spine J. 2013;22(10):2184-201.
6. Magerl F, Engelhardt P. Brust-und Lenden wirbelsäule–Verlaufsformen. In: Witt AN, Rettig H, Schlegel KF, editors. Orthopädie in Praxis und Klinik, Spezielle Orthopädie (Wirbelsäule – Thorax – Becken). Stuttgard, NY: Thieme Medical Publishers; 1994. p. 3.82–132.
7. Kumaresan S, Yoganandan N, Pintar FA. Finite element analysis of the cervical spine: a material property sensitivity study. Clin Biomech (Bristol, Avon). 1999;14(1):41-53.
8. Trilha Junior M. Construção e validação qualitativa de um modelo de elementos finitos para a simulação mecânica do joelho humano [Dissertação]. Florianópolis, SC: Universidade Federal de Santa Catarina; 2006.
9. Giele BM, Wiertsema SH, Beelen A, van der Schaaf M, Lucas C, Been HD, et al. No evidence for the effectiveness of bracing in patients with thoracolumbar fractures. Acta Orthop 2009;80(2):226–32.
10. Folman Y, Gepstein R. Late outcome of nonoperative management of thoracolumbar vertebral wedge fractures. J Orthop Trauma. 2003;17(3):190–2.
11. Shen WJ, Liu TJ, Shen YS. Nonoperative treatment versus posterior fixation for thoracolumbar junction burst fractures without neurologic deficit. Spine (Phila Pa 1976). 2001;26(9):1038–45.
12. Seybold EA, Sweeney CA, Fredrickson BE, Warhold LG, Bernini PM. Functional outcome of low lumbar burst fractures. A multicenter review of operative and nonoperative treatment of L3-L5. Spine (Phila Pa 1976). 1999;24(20):2154–61.
13. Celebi L, Muratli HH, Doğan O, Yağmurlu MF, Aktekin CN, Biçimoğlu A. The efficacy of non-operative treatment of burst fractures of the thoracolumbar vertebrae [in Turkish]. Acta Orthop Traumatol Turc. 2004;38(1):16–22.
14. Chipman JG, Deuser WE, Beilman GJ. Early surgery for thoracolumbar spine injuries decreases complications. J Trauma. 2004;56(1):52–7.
15. Oner FC, Wood KB, Smith JS, Shaffrey CI. Therapeutic decision making in thoracolumbar spine trauma. Spine (Phila Pa 1976). 2010;35(21 Suppl):S235–44.
16. Adams MA, Dolan P. Spine biomechanics. J Biomech. 2005;38(10):1972-83.
17. Jones AC, Wilcox RK. Finite element analysis of the spine: towards a framework of verification, validation and sensitivity analysis. Med Eng Phys. 2008;30(10):1287-304.

CORRELAÇÃO ENTRE O ÂNGULO DE INSERÇÃO DO PINO DE SCHANZ E A PERDA DE CORREÇÃO DA CIFOSE EM FRATURAS TORACOLOMBARES

CORRELATION BETWEEN THE SCHANZ SCREW INSERTION ANGLE AND THE LOSS OF KYPHOSIS CORRECTION IN THORACOLUMBAR FRACTURES

CORRELACIÓN ENTRE EL ÁNGULO DE INSERCIÓN DEL TORNILLO DE SCHANZ Y LA PÉRDIDA DE CORRECCIÓN DE LA CIFOSIS EN FRACTURAS TORACOLUMBARES

Fabio Antonio Vieira,[1] André Sousa Garcia,[2] Fernando Tadashi Salvioni Ueta,[1] David Del Curto,[1] Renato Hiroshi Salvioni Ueta,[1] Eduardo Barros Puertas[2]

1. Universidade Federal de São Paulo, Departamento de Ortopedia e Traumatologia, Grupo de Coluna, São Paulo, SP, Brasil.
2. Universidade Federal de São Paulo, Departamento de Ortopedia e Traumato-logia, São Paulo, SP, Brasil.

RESUMO

Objetivo: Comparar o ângulo de inserção do pino de Schanz e os resultados da perda de correção da cifose regional nas fraturas toracolombares do tipo explosão após tratamento cirúrgico com instrumentação curta por via posterior. Métodos: Os pacientes com fratura toracolombar do tipo explosão entre os níveis de T11-L2 foram divididos em dois grupos (paralelo e divergente) de acordo com o ângulo formado entre o pino de Schanz e o platô vertebral. Foi avaliada a cifose regional nas radiografias pré-operatória, pós-operatória imediata e do último acompanhamento. Resultados: Dos 58 pacientes avaliados, 31 apresentaram uma montagem paralela e 27 uma montagem divergente. Ao analisarmos o ângulo da cifose, não se observou diferença estatística nas radiografias pré- e pós-operatória imediata. Porém, verificou-se uma diferença estatística nas radiografias do último acompanhamento e na perda final de correção da cifose. Conclusões: A inserção do pino de Schanz com uma montagem divergente apresenta melhores resultados radiográficos com menor perda do ângulo de correção da cifose quando comparada com a técnica de montagem paralela. ***Nível de Evidência III; Estudo de coorte retrospectivo.***

Descritores: *Fratura Toracolombar; Fixação Curta; Fixação Posterior; Cifose.*

ABSTRACT

Objective: To compare the Schanz screw insertion angle and the loss of the regional kyphosis correction in thoracolumbar burst fractures following posterior short instrumentation surgery. Methods: Patients with a thoracolumbar burst fracture between levels T11-L2 were divided into two groups (parallel and divergent) according to the angle formed between the Schanz screw and the vertebral plateau. Regional kyphosis was evaluated in preoperative, immediate postoperative and last follow-up radiographs. Results: Of the 58 patients evaluated, 31 had a parallel assembly and 27 had a divergent assembly. When we analyzed the angle of kyphosis, no statistical difference was observed between the pre- and postoperative radiographs. However, a statistical difference in the last follow-up radiographs and in the final loss of the kyphosis correction was confirmed. Conclusion: The insertion of Schanz screws with a divergent assembly presents better radiographic results with less loss of kyphosis correction angle when compared with the parallel assembly technique. ***Level of Evidence III; Retrospective Cohort Study.***

Keywords: *Thoracolumbar Fractures; Short-Segment Fixation; Posterior Fixation; Kyphosis.*

RESUMEN

Objetivo: Comparar el ángulo de inserción del tornillo de Schanz y los resultados de la pérdida de corrección de la cifosis regional en las fracturas toracolumbares del tipo explosión después del tratamiento quirúrgico con instrumentación corta por vía posterior. Métodos: Los pacientes con fractura toracolumbar del tipo explosión entre los niveles de T11-L2 fueron divididos en dos grupos (paralelo y divergente) de acuerdo con el ángulo formado entre el tornillo de Schanz y la meseta vertebral. Fue evaluada la cifosis regional en las radiografías preoperatoria, posoperatoria inmediata y del último *acompañamiento. Resultados: De los 58 pacientes evaluados, 31 presentaron un montaje paralelo y 27 un montaje divergente. Al analizar el ángulo de la cifosis, no se observó diferencia estadística en las radiografías pre y postoperatoria inmediata. Sin embargo, se verificó una diferencia estadística en las radiografías del último acompañamiento y en la pérdida final de corrección de la cifosis. Conclusiones: La inserción del tornillo de Schanz con un montaje divergente presenta mejores resultados radiográficos con menor pérdida del ángulo de corrección de la cifosis cuando comparada con la técnica de montaje paralelo.* ***Nivel de Evidencia III; Estudio de cohorte retrospectivo.***

Descriptores: *Fracturas Toracolumbares; Fijación Corta; Fijación Posterior; Cifosis.*

Estudo realizado no Departamento de Ortopedia e Traumatologia da Universidade Federal de São Paulo, SP, Brasil (DOT-Unifesp/EPM).
Correspondência: Fabio Antonio Vieira. Rua Borges Lagoa, 783, 5º andar, Vila Clementino, São Paulo, SP, Brasil. 04038-032. fabioavepm74@gmail.com

http://dx.doi.org/10.1590/S1808-185120201903179394

CC BY

Recebido em 02/05/2017 aceito em 29/10/2019

INTRODUÇÃO

Uma alta incidência das fraturas na coluna vertebral ocorrem na região torácica ou lombar.[1] A maioria dessas lesões estão entre os seguimentos T10-L2 que compõem a junção toracolombar.[1] O objetivo do tratamento cirúrgico das fraturas toracolombares instáveis é restaurar o alinhamento e a estabilidade da coluna vertebral e obter a descompressão dos elementos neurais se necessário, permitindo a mobilização precoce do paciente.[2,3] O tratamento ideal para essas fraturas ainda é questão de debate, motivando nas últimas décadas a realização de estudos que permitiram o desenvolvimento de novos conceitos e procedimentos mais eficientes na reabilitação precoce dos pacientes.

Instrumentação posterior é frequentemente usada nas cirurgias em fraturas toracolombares instáveis.[4-8] Fixação transpedicular de segmento curto tornou-se popular após a introdução dos parafusos pediculares por Roy-Camille et al., e o fixador interno por Dick et al.[9,10] O fixador interno destaca- se por ser um sistema que permite a estabilização e redução das lesões, por meio de um conjunto que compreende parafusos, barras e conectores que permite a correção de deformidades nos diferentes planos, podendo atuar como banda de tensão, um contraforte ou um sistema de neutralização.[11,12] Com a utilização do fixador interno tornou possível alcançar uma melhor correção da deformidade cifótica, maior estabilidade inicial, mobilização indolor precoce e descompressão indireta do canal vertebral, com diminuição do sangramento intraoperatório e do tempo cirúrgico.[13-15] Contudo a correção obtida no plano sagital pode se perder com o seguimento a longo prazo sendo que em alguns casos é necessário uma reconstrução da coluna anterior para prevenir o colapso em cifose.[16-19]

O ângulo de inserção do parafuso de Schanz pode influenciar na estabilidade final do sistema. O estudo biomecânico proposto por Ouellet et al.,[20] analisou a diferença entre a resistência das montagens divergentes e paralelas e observou que a primeira apresentava uma maior estabilidade. Porém este estudo em cadáveres não avaliou o efeito do stress mecânico prolongado. Até o presente momento nenhum estudo avaliou comparativamente *in vivo* os resultados dessas duas montagens.

O objetivo deste estudo é avaliar a correlação entre o ângulo de inserção, no plano sagital do pino de Schanz, na instrumentação curta e a perda da correção da cifose no seguimento prolongado.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram avaliados pacientes com fratura toracolombar entre os níveis T11-L2, do tipo explosão envolvendo apenas um segmento, sem déficit neurológico, e que foram submetidos a instrumentação curta posterior sem artrodese usando a técnica de fixador interno AO no Hospital São Paulo, da Universidade Federal de São Paulo, no período de janeiro de 2008 à julho de 2015. O trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética sob o número de protocolo CAAE: 73689716.5.0000.550 e os todos pacientes concordaram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

As fraturas foram classificadas de acordo com os critérios AO Spine[21] para fraturas traumáticas da coluna toracolombar. Foram incluídas no estudo as fraturas explosões (A3 e A4) instáveis com perda de altura do corpo maior que 50% ou 25° de cifose regional. Todos os pacientes foram submetidos a estabilização posterior nos primeiros três dias de lesão, com pino de schanz transpediculares inseridos na vertebra, acima e abaixo do nível do osso fraturado, sem artrodese. A redução do ângulo de cifose foi conseguida utilizando a técnica preconizada para uso do fixador interno AO[22] (*Universal Spine System, DePuy Synthes, West Chester,* PA). Os implantes não foram removidos rotineiramente e nenhum paciente necessitou de uma abordagem adicional.

Foram utilizadas as radiografias da coluna vertebral toracolombar do pré-operatório, imediatamente após a cirurgia, e no último acompanhamento. A configuração da montagem do sistema de fixação interna foi categorizada de acordo com o ângulo formado entre os pinos pediculares de schanz e a placa terminal da vertebra. (Figura 1) Os pacientes foram divididos em dois grupos: Grupo 1, montagem paralela em que a soma do ângulo I e S é menor que 10° e Grupo 2, montagem divergente em que a soma desses ângulos é maior que 10 °. A cifose regional foi calculada pelo método de Cobb, uma vertebra acima e uma abaixo da fratura. (Figura 2)

A perda de correção do ângulo de cifose ao final do seguimento em relação ao pós-operatório imediato, bem como sua correlação com a configuração do sistema montado será analisada utilizando o teste ANOVA. Um valor de probabilidade inferior a 0,05 foi considerado estatisticamente significativo.

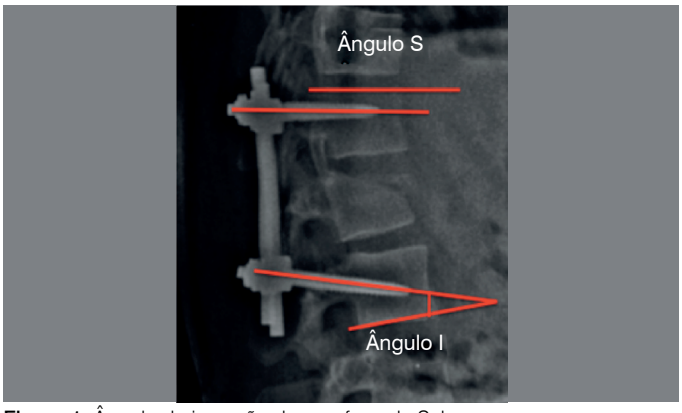

Figura 1. Ângulo de inserção do parafuso de Schanz.

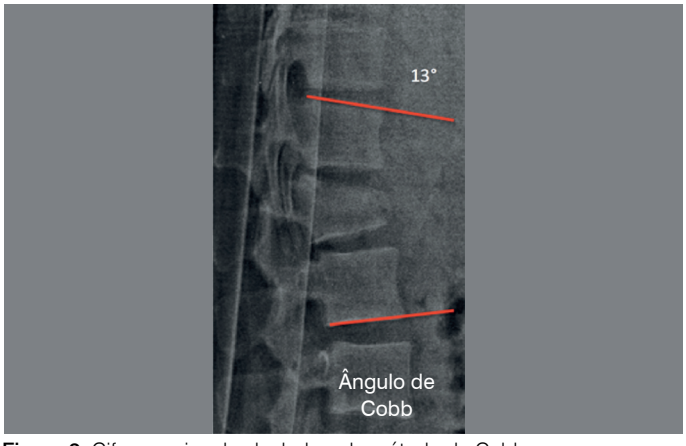

Figura 2. Cifose regional calculado pelo método de Cobb.

RESULTADOS

Dos 58 pacientes tratados com técnica de pino de Schanz, 40 homens e 18 mulheres, com uma média de idade de 41,6 anos (15-61). O tempo médio de acompanhamento foi de 62 meses (16-108 meses). Seis pacientes apresentaram fratura em T11, nove em T12, 23 em L1 e 20 em L2. Os grupos 1 e 2 foram semelhantes em relação a idade, sexo, tempo de acompanhamento. (Tabela 1) Trinta e um pacientes apresentaram uma montagem paralela (<10°) e 27 pacientes uma montagem divergente (>10°).

A Tabela 2 mostra a distribuição dos ângulos de cifose regional no pré-operatório, pós-operatório imediato e no acompanhamento mais recente, bem como a perda de correção da cifose. A Figura 3 mostra a comparação dos valores angulares de cifose entre os dois grupos.

Houve uma melhora do ângulo de cifose de 16,54° no grupo 1 e 15,89° no grupo 2 entre as radiografias pré-operatórias e pós-operatórias imediata. Não houve diferença estatística desse valor comparando entre os grupos (p = 0,47). A diferença entre as médias dos ângulos do pós-operatório imediato e no último acompanhamento (perda da correção de cifose) foi de 12,26° (4-18°) no grupo 1 8,59° (2-18°) no grupo 2, apresentando uma diferença estatística (p=0,001).

Tabela 1. Distribuição demográfica.

		Média	Min	Max	P-valor
Idade	Grupo 1	39,81	19	59	0,762
	Grupo 2	40,85	15	61	
Acompanhamento	Grupo 1	59,65	15	108	0,811
	Grupo 2	57,70	16	106	

Gênero	Grupo 1		Grupo 2		P-valor
	N	%	N	%	
Feminino	8	25,8%	10	37,0%	0,356
Masculino	23	74,2%	17	63,0%	

Tabela 2. Comparação entre os valores angulares de cifose.

		Média	Desvio Padrão	Min	Max	IC	P-valor
Ângulo pré-operatório	Group 1	19,06	5,51	8	29	1,94	0,609
	Group 2	18,37	4,64	10	28	1,75	
Ângulo pós-operatório	Group 1	2,23	3,52	-3	10	1,24	0,776
	Group 2	2,48	3,24	-4	8	1,22	
Ângulo final	Group 1	14,48	4,39	6	23	1,54	0,002
	Group 2	11,07	3,50	5	18	1,32	
Perda da correção	Group 1	12,26	3,92	4	18	1,38	0,001
	Group 2	8,59	3,73	2	18	1,41	

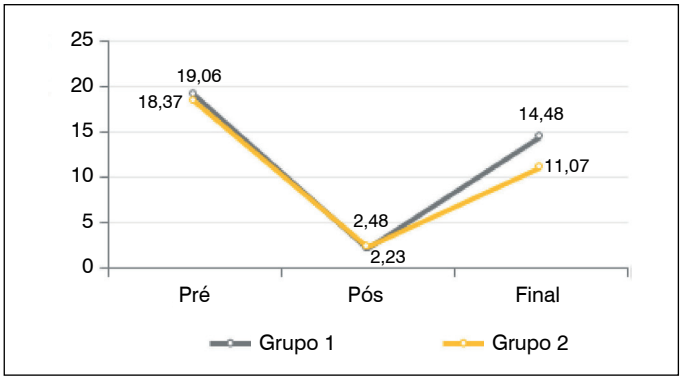

Figura 3. Evolução do ângulo de cifose regional.

DISCUSSÃO

A junção toracolombar constitui uma zona de transição entre a coluna torácica rígida e a coluna lombar móvel. Fraturas nessa região podem ser instáveis, evoluindo com uma deformidade cifótica importante.[23,24] Tratamento conservador é recomendado para fraturas estáveis sem alteração neurológica.[25] Porém nem sempre apresenta um resultado adequado e previsível.[26,27] O tratamento cirúrgico dessas fraturas pode ser feito por via posterior, anterior ou combinado. Instrumentação de segmento curto por via posterior foi introduzida por Roy-Camille[28] em 1998 e tem como vantagem um menor sangramento, menor área de dissecção muscular e incorpora menos níveis de artrodese.[29-31]

Estudos que avaliam a instrumentação anterior[32,33] e comparam-na com a via posterior, advogam como maior desvantagem da via posterior, a perda de correção tardia. No caso de uma única abordagem, existe a preferência pela via posterior pelas vantagens técnicas que esta permite, porém quando a anatomia da lesão demonstra claramente falhas de coluna anterior e média, a via anterior deve ser realizada de forma complementar ao procedimento posterior. Yu et al.,[34] em seu estudo retrospectiva de 20 pacientes submetidos à artrodeses curtas, encontrou alto índice de falha (quebra do implante e/ou pseudartrose), afirmando também a necessidade de complementação por via anterior com enxertia e instrumentação para assegurar um resultado final mais satisfatório. Por outro lado, Verlaan[35] realizou uma revisão sistemática dos últimos trinta anos, avaliando todos os métodos: via anterior, via posterior com artrodeses curtas e longas e combinadas não encontrou diferenças significativas quanto a manutenção da correção entre as técnicas propostas.

Instrumentação curta é considerada uma opção viável para o tratamento das fraturas toracolombares.[36,37] A comparação entre fixação longa e curta é um assunto muito debatido e cada tipo de instrumentação é associada a vantagens e desvantagens específicas. Tezerem et al.,[38] avaliou prospectivamente os resultados clínicos e radiográficos de dois grupos de pacientes tratados com instrumentação curta ou longa para fraturas toracolombares. Mensuração da cifose local, index sagital e altura vertebral mostraram que o grupo de instrumentação longa apresentou um melhor resultado radiológico ao final do acompanhamento. Contudo não houve uma diferença estatística no resultado clínico entre os dois grupos.

Muito se fala sobre a necessidade de artrodese nos pacientes submetidos a instrumentação curta posterior. Wang et al.,[39] em seu estudo prospectivo randomizado dividiu os pacientes tratados com instrumentação curta posterior em dois grupos, com e sem artrodese. Observou que a artrodese não é por si só necessária, ambos os grupos evoluíram com uma perda de correção no acompanhamento, não havendo diferença estatística entre os grupos. Ele vê como vantagem na técnica com artrodese o fato de evitar complicações pela retirada do enxerto (dor, fratura da crista ilíaca, parestesia e infecção), além de um menor tempo cirúrgico.

O estudo biomecânico realizado por Ouellet et al.,[20] analisou a diferença entre as montagens paralelas e divergentes na inserção do pino de Schanz. Em todos os modelos observou-se a montagem divergente mais rígida e estável que a paralela. Esta maior rigidez do sistema é devido a maior a força que existe na interface entre a ponta do parafuso e o osso subcondral na montagem divergente, diferente da montagem paralela que apresenta essa interface com osso esponjoso. Outro fator que contribui para sua maior resistência é que a montagem divergente decompõe o vetor de força compressiva, fazendo com que a carga na coluna anterior diminua.

Este estudo foi composto por pacientes com fratura explosão da coluna toracolombar (T11-L2) classificados como A3 ou A4 pela classificação AOSpine.[21] Dos 58 pacientes avaliados no estudo a média da cifose regional pré-operatória foi de 18,74°, corrigindo para um valor médio de 2,37° que durante o acompanhamento apresentou uma perda de correção média de 10,55°. Esses valores são similares a dos estudos prévios mostrando que existe uma perda da correção da cifose durante o acompanhamento dos pacientes tratados com instrumentação curta.

Quando dividimos os pacientes em dois grupos, de acordo com a angulação dos parafusos de Schanz, sendo uma montagem em paralelo e outra divergente observamos que houve uma diferença estatisticamente relevante entre a perda da correção da cifose entre os dois grupos, 12,26° no grupo 1 e 8,59° no grupo 2, no último acompanhamento ($p<0,05$). Estes dados corroboram com os achados biodinâmicos encontrados por Ouellet et al.,[20] mostrando uma maior resistência do sistema para as forças de compreensão proveniente da montagem divergente entre os parafusos de Schanz.

Uma das limitações deste trabalho deveu-se ao fato da não avaliação dos índices de qualidade de vida nos pré e pós-operatório. Nesse aspecto, o trabalho de Sanderson e Fraser[40] mostrou que apesar da perda da correção da cifose, não houve correlação com a função física, dor e qualidade de vida do paciente. Um estudo prospectivo randomizado comparando essas duas formas de montagens de inserção do parafuso de Schanz pode ser necessária para determinar com acurácia qual a melhor técnica para prevenção da perda da correção de cifose em pacientes com fratura toracolombares tratados com fixação curta.

CONCLUSÃO

Baseado nos resultados obtidos neste estudo, concluímos que a inserção do parafuso de Schanz com uma montagem divergente apresenta melhores resultados radiográficos com diminuição da perda do angulo de correção de cifose comparado com a técnica de montagem paralela em pacientes com fratura toracolombar tratados com instrumentação curta no acompanhamento a longo prazo.

Todos os autores declaram não haver nenhum potencial conflito de interesses referente a este artigo.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES: Cada autor contribuiu individual e significantemente para o desenvolvimento do estudo. FAV e ASG foram os principais responsáveis pela redação do manuscrito. FAV, FTSU, DDC, RHSU e EBP realizaram as cirurgias e reuniram os dados. FAV e ASG avaliaram os dados da análise estatística. FAV, ASG e FTSU realizaram a pesquisa biográfica. DDC, RHSU e EBP revisaram o manuscrito e contribuíram com o conceito intelectual do estudo.

REFERÊNCIAS

1. Defino HLA. Particularidades do trauma na coluna toracolombar. In: Pardini Júnior AG, Souza JMG, Barros Filho TEP, editores. Clínica ortopédica. Rio de Janeiro: MEDSI; 2000. p. 863-84.
2. Alvine GF, Swain JM, Asher MA, Burton DC. Treatment of thoracolumbar burst fractures with variable screw placement or Isola instrumentation and arthrodesis: case series and literature review. J Spinal Disord Tech. 2004;17(4):251-64.
3. Briem D, Lehmann W, Ruecker AH, Windolf J, Rueger JM, Linhart W. Factors influencing the quality of life after burst fractures of the thoracolumbar transition. Arch Orthop Trauma Surg. 2004;124(7):461-8.
4. Katonis PG, Kontakis GM, Loupasis GA, Aligizakis AC, Christoforakis JI, Velivassakis EG. Treatment of unstable thoracolumbar and lumbar spine injuries using Cotrel-Dubousset instrumentation. Spine (Phila Pa 1976). 1999;24(22):2352–7.
5. Li KC, Hsieh CH, Lee CY, Chen TH. Transpedicle body augmenter: a further step in treating burst fractures. Clin Orthop Relat Res. 2005;(436):119–25.
6. Müller U, Berlemann U, Sledge J, Schwarzenbach O. Treatment of thoracolumbar burst fractures without neurologic deficit by indirect reduction and posterior instrumentation: bisegmental stabilization with monosegmental fusion. Eur Spine J. 1999;8(4):284–9.
7. Sasso RC, Best NM, Reilly TM, McGuirre RA Jr. Anterior-only stabilization of three column thoracolumbar injuries. J Spinal Disord Tech. 2005;18 Suppl:S7–14.
8. Varlaan JJ, Diekerhof CH, Buskens E, van der Tweel I, Verbout AJ, Dhert WJ, et al. Surgical treatment of traumatic fractures of the thoracic and lumbar spine: a systematic review of the literature on techniques, complications, and outcome. Spine (Phila Pa 1976). 2004;29(7):803–14.
9. Roy-Camille R, Roy-Camille M, Demeulenaer C. Osteosynthese du Rachis dorsal, lombaire et lombosacre par plaques metalliques vissees dans les pedicles vertebraux et les apophyses articularies. Presse Med. 1970;78:1447–8.
10. Dick W, Kluger P, Magerl F, Woersdörfer O, Zäch G. A new device for internal fixation of thoracolumbar and lumbar spine fractures: the fixateur interne. Paraplegia. 1985;23(4):225–32.
11. Aebi M, Etter C, Kehl T, Thalgott J. The internal skeletal fixation system. A new treatment of thoracolumbar fractures and other spinal disorders. Clin Orthop Relat Res. 1988;227:30-43.
12. Magerl FP. Stabilization of the lower thoracic and lumbar spine with external skeletal fixation. Clin Orthop Relat Res. 1984;(189):125-41.
13. Louis CA, Gauthier VY, Louis RP. Posterior approach with Louis plates for fractures of the thoracolumbar and lumbar spine with and without neurologic deficits. Spine (Phila Pa 1976). 1998;23(18):2030–9; discussion 2040.
14. Shen WJ, Liu TJ, Shen YS. Nonoperative treatment versus posterior fixation for thoracolumbar junction burst fractures without neurologic deficit. Spine (Phila Pa 1976). 2001;26(9):1038–45.
15. Sjostrom L, Karlstrom G, Pech P, Rauschning W. Indirect spinal canal decompression in burst fractures treated with pedicle screw instrumentation. Spine (Phila Pa 1976). 1996;21(1):113–23.
16. Alanay A, Acaroglu E, Yazici M, Oznur A, Surat A. Short-segment pedicle instrumentation of thoracolumbar burst fractures: does transpedicular intracorporeal grafting prevent early failure? Spine (Phila Pa 1976). 2001;26(2):213–7.
17. Andress HJ, Braun H, Helmberger T, Schürmann M, Hertlein H, Hartl WH. Long-term results after posterior fixation of thoracolumbar burst fractures. Injury. 2002;33(4):357–65.
18. Knop C, Fabian HF, Bastian L, Blauth M. Late results of thoracolumbar fractures after posterior instrumentation and transpedicular bone grafting. Spine (Phila Pa 1976). 2001;26(1):88–99.
19. Speth MJ, Oner FC, Kadic MA, de Klerk LW, Verbout AJ. Recurrent kyphosis after posterior stabilization of thoracolumbar fractures. Acta Orthop Scand. 1995;66(5):406–10.
20. Ouellet JA, Richards C, Sardar ZM, Giannitsios D, Noiseux N, Strydom WS, et al. Finite Element Analysis and Biomechanical Comparison of Short Posterior Spinal Instrumentation with Divergent Bridge Construct versus Parallel Tension Band Construct for Thoracolumbar Spine Fractures. Global Spine J. 2013;3(2):85-94.
21. Magerl F, Aebi M, Gertzbein SD, Harms J, Nazarian S. A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries. Eur Spine J. 1994;3(4):184–201.
22. Whang PG, Vaccaro AR. Thoracolumbar fracture: posterior instrumentation using distraction and ligamentotaxis reduction. J Am Acad Ortop Surg. 2007;15(11):695-701.
23. De Peretti F, Howorka I, Cambas PM, Nasr JM, Argenson C. Short device fixation and early mobilization for burst fractures of the thoracolumbar junction. Eur Spine J. 1996;5(2):112–20.
24. McLain RF, Sparling E, Benson DR. Early failure of short-segment pedicle instrumentation of thoracolumbar fractures. A preliminary report. J Bone Joint Surg Am. 1993;75(2):162–7.
25. Mumford J, Weinstein JN, Spratt KF, Goel VK. Thoracolumbar burst fractures. The clinical efficacy and outcome of nonoperative management. Spine (Phila Pa 1976). 1993;18(8):955–70.
26. Hitchon PW, Abode-Iyamah K, Dahdaleh NS, Shaffrey C, Noeller J, He W, et al. Nonoperative management in neuro- logically intact thoracolumbar burst fractures: clinical and radiographic outcomes. Spine (Phila Pa 1976). 2016;41(6):483-9.
27. Denis F, Armstrong GW, Searls K, Matta L. Acute thoracolumbar burst fractures in the absence of neurologic deficit. A comparison between operative and nonoperative treatment. Clin Orthop Relat Res. 1984;(189):142–9.
28. Roy-Camille R, Saillant G, Mazel C. Plating of thoracic, thoracolumbar, and lumbar injuries with pedicle screw plates. Orthop Clin North Am. 1986;17(1):147–59.
29. Wood KB, Li W, Lebl DR, Ploumis A. Management of thoracolumbar spine fractures. Spine J. 2014;14(1):145–64.
30. Xu BS, Tang TS, Yang HL. Long-term results of thoracolumbar and lumbar burst fractures after short-segment pedicle instrumentation, with special reference to implant failure and correction loss. Orthop Surg. 2009;1(2):85–93.
31. Pellise F, Barastegui D, Hernandez-Fernandez A, Barrera-Ochoa S, Bago J, Issa-Benitez D, et al. Viability and long-term survival of short-segment posterior fixation in thoracolumbar burst fractures. Spine J. 2015;15(8):1796–803.
32. Vanderschot P, Broos P. Tricortical autologeus bone graft vs allografts in the treatment of fractures of the thoracolumbar spine. J Bone Joint Surg Br. 2001;83-B(Suppl 2):149.
33. van Loon JL, Slot GH, Pavlov PW. Anterior instrumentation of the spine in thoracic and thoracolumbar fractures: the single rod versus the double rod Slot-Zielke device. Spine (Phila Pa 1976). 1996;21(6):734-40.
34. Yu SW, Fang KF, Tseng IC, Chiu YL, Chen YJ, Chen WJ. Surgical outcomes of short-segment fixation for thoracolumbar fracture dislocation. Chang Gung Med J. 2002;25(4):253-9.
35. Verlaan JJ, Diekerhof CH, Buskens E, van der Tweel I, Verbout AJ, Dhert WJ, et al. Surgical treatment of traumatic fractures of the thoracic and lumbar spine: a systematic review of the literature on techniques, complications, and outcome. Spine (Phila Pa 1976). 2004;29(7):803-14.
36. Cheng LM, Wang JJ, Zeng ZL, Zhu R, Yu Y, Li C, et al. Pedicle screw fixation for traumatic fractures of the thoracic and lumbar spine. Cochrane Database Syst Rev. 2013;31(5):CD009073.
37. Alpantaki K, Bano A, Pasku D, Mavrogenis AF, Papagelopoulos PJ, Sapkas GS, et al. Thoracolumbar burst fractures: a systematic review of management. Orthopedics. 2010;33(6):422–9.
38. Tezeren G, Kuru I. Posterior fixation of thoracolumbar burst fracture: short-segment pedicle fixation versus long-segment instrumentation. J Spinal Disord Tech. 2005;18(6):485–8.
39. Wang ST, Ma HL, Liu CL, Yu WK, Chang MC, Chen TH. Is fusion necessary for surgically treated burst fractures of the thoracolumbar and lumbar spine?: a prospective, randomized study. Spine (Phila Pa 1976). 2006;31(23):2646-52.
40. Sanderson PL, Fraser RD, Hall DJ, Cain CM, Osti OL, Potter GR. Short segment fixation of thoracolumbar burst fractures without fusion. Eur Spine J. 1999;8(6):495–500.

ASSOCIAÇÃO DA DOR LOMBAR E CIÁTICA A ALTERAÇÕES DE IMAGEM NA PLACA VERTEBRAL TERMINAL

ASSOCIATION OF LOW BACK PAIN AND SCIATICA WITH SIGNAL CHANGES IN THE VERTEBRAL ENDPLATE

ASOCIACIÓN DEL DOLOR LUMBAR Y CIÁTICO CON ALTERACIONES DE IMAGEN EN LA PLACA VERTEBRAL TERMINAL

Alberto Ofenhejm Gotfryd,[1,2,3] Délio Eulálio Martins Filho,[1,2,3] Marcelo Wajchenberg,[1,2,3] Michel Kanas,[1,2,3] Saulo de Tarso de Sá Pereira Segundo,[1,2,3] Yuri Pereira Gelelaite[1,2,3]

1. Hospital Israelita Albert Einstein, São Paulo, SP, Brasil.
2. Albert Einstein Instituto Israelita de Ensino e Pesquisa, São Paulo, SP, Brasil.
3. Albert Einstein Instituto Israelita de Ensino e Pesquisa, Programa Locomotor, São Paulo, SP, Brasil.

RESUMO

Objetivo: Avaliar se as alterações de sinal do platô vertebral (ASPV) influenciam o prognóstico de pacientes submetidos ao tratamento conservador ou cirúrgico em lombalgia e lombociatalgia. Métodos: Estudo com 241 pacientes submetidos ao tratamento conservador, infiltração ou cirurgia, com acompanhamento de 12 meses. Foram avaliados pela Escala Visual Analógica (EVA) da Dor, quanto à função, pelo questionário Roland Morris e quanto à qualidade de vida, pelo questionário EuroQol5 (EQ-5D). Resultados: As ASPV não tiveram efeito significante nas respostas do tratamento para as variáveis EVA (F = 0,03; P = 0,97), Roland Morris (F = 0,51; P = 0,60) e EQ-5D (F = 2,67; P = 0,07), bem como não houve interação de ASPV e tratamento para EVA (F = 2,15; P = 0,08), Roland Morris (F = 1,55; P = 0,19) e EQ-5D (F = 2,15; P = 0,08). Houve efeito significante para todos os tratamentos; entretanto, o efeito do procedimento cirúrgico foi superior quando comparado aos demais (P < 0,001). A frequência de ASPV tipo 0 foi 48,33%, tipo I foi 29,17% e tipo II foi 22,50%. Conclusões: A presença de ASPV e seus diferentes tipos não estão associados a prognóstico pior, bem como não se demonstrou maior prevalência de ASPV nos pacientes com lombalgia e lombociatalgia. ***Nível de Evidência II; Estudo de coorte retrospectivo.***

Descritores: Alterações de Sinal do Platô Vertebral; Lombalgia; Ciática; Cirurgia; Tratamento Conservador.

ABSTRACT

Objective: To evaluate whether vertebral endplate signal changes (VESCs) influence the prognosis of patients submitted to conservative or surgical treatment for low back pain and lumbosciatica. Methods: Study with 241 patients who underwent conservative treatment, infiltration or surgery with 12 months of follow-up. They were evaluated for pain by the Visual Analog Scale for Pain (VAS), for function by the Roland Morris questionnaire and for quality of life by the EuroQol5 (EQ-5D). Results: The VESCs did not have a significant effect on the treatment responses for the VAS (F = 0.03; P = 0.97), Roland Morris (F = 0.51; P = 0.60) and EQ-5D (F = 2.67; P = 0.07) variables, nor was there any interaction between VESC and treatment for VAS (F = 2.15; P = 0.08), Roland Morris (F = 1.55; P = 0.19) and EQ-5D (F = 2.15; P = 0.08). There was a significant effect for all treatments, however, the effect of the surgical procedure was superior when compared to the others (P <0.001). The VESC frequency was 48.33% for type 0, 29.17% for type I and 22.50% for type II. Conclusions: The presence of VESC and its different types is not associated with a worse prognosis, nor was a higher prevalence of VESC observed in the patients with low back pain and lumbosciatica. ***Level of Evidence II; Retrospective cohort study.***

Keywords: *Vertebral End-Plate Signal Changes; Low Back Pain; Sciatica; Surgery; Conservative Treatment.*

RESUMEN

Objetivo: Evaluar si las alteraciones de señal de la meseta vertebral (ASMV) influyen en el pronóstico de los pacientes sometidos a tratamiento conservador o quirúrgico en lumbalgia y lumbociatalgia. Métodos: Estudio con 241 pacientes sometidos al tratamiento conservador, infiltración o cirugía, con acompañamiento de 12 meses. Se evaluaron a través de la Escala Visual Analógica del Dolor (EVA), cuanto a la función, por el cuestionario Roland Morris y cuanto a la calidad de vida por el cuestionario EuroQol5 (EQ-5D). Resultados: Las ASMV no tuvieron efecto significativo en las respuestas del tratamiento para las variables EVA (F = 0,03; P = 0,97), Roland Morris (F = 0,51; P = 0,60) y EQ-5D (F = 2,67; P = 0,07), así como no hubo interacción de ASMV y tratamiento para EVA (F = 2,15; P = 0,08), Roland Morris (F = 1,55; P = 0,19) y EQ-5D (F = 2,15; P = 0,08). Hubo efecto significativo para todos los procedimientos, entretanto, el efecto del procedimiento quirúrgico fue superior cuando comparado a los demás (P <0,001). La frecuencia de ASMV para el tipo 0 fue 48,33%, tipo I 29,17% y tipo II 22,50%. Conclusiones: La presencia de ASMV y sus diferentes tipos no están asociados a pronóstico peor, bien como no se demostró mayor prevalencia de ASMV en los pacientes con lumbalgia y lumbociatalgia. ***Nivel de Evidencia II; Estudio de cohorte retrospectivo.***

Descriptores: *Cambios en la Señal de la Placa Vertebral; Dolor de la Región Lumbar; Ciática; Cirugía; Tratamiento Conservador.*

Trabalho realizado no Hospital Israelita Albert Einstein – Programa Locomotor. São Paulo, SP, Brasil.
Correspondência: Yuri Pereira Gelelaite. Av. Padre Lebret, 725, Ap 303, B1, Jardim Leonor. São Paulo, SP. 05653-160. yuri_gelelaite@hotmail.com, yuri.gelelaite@einstein.br

http://dx.doi.org/10.1590/S1808-185120201903224123

CC BY

Recebido em 17/05/2019 aceito em 03/12/2019

INTRODUÇÃO

Dor lombar é uma das queixas mais comuns no pronto socorro. Cerca de 70% a 85% da população experimenta dor lombar pelo menos uma vez na vida, com uma prevalência anual de 15% a 45%.[1] A maioria dos casos de dor lombar apresenta bom prognóstico, com melhora dos sintomas em torno de oito semanas, com um índice de recuperação de 95% em alguns meses. Ocorre mais comumente em adultos com uma distribuição igual entre homens e mulheres.[2]

Dor lombar é a principal causa de limitação funcional em indivíduos saudáveis com menos de 45 anos, é a segunda queixa hospitalar mais comum e a principal causa de abstenções no trabalho, sendo responsável por 85% dos casos. Dois terços dos custos são indiretos, devido à baixa produtividade e perda de dias trabalhados.[1,2]

Em 1988 Modic et al., avaliaram 474 indivíduos com dor lombar crônica e classificaram as alterações degenerativas do platô vertebral em três tipos, de acordo com os achados na Ressonância Magnética (REMA).[3] Tipo 0 é um platô vertebral sem alterações. Tipo I foi caracterizado como um isosinal em imagens ponderadas em T1 e hipersinal em imagens ponderadas em T2. Foi atribuída ao edema do osso subcondral e medular, associado a hipervascularização. Tipo II demonstra um hipersinal no T1 e isosinal ou leve aumento do sinal em imagens ponderadas em T2, na qual atribuiu-se à substituição da medula óssea por tecido gorduroso e está associado à um processo crônico.[3] O tipo III foi adicionado posteriormente, descrevendo lesões com hiposinal em T1 e T2, sugerindo avanço do processo inflamatório com posterior esclerose do osso subcondral.[4]

A prevalência das alterações de sinal do platô vertebral (ASPV) é incerta, variando conforme a idade e o grupo estudado.[5] Uma grande quantidade de estudos e narrativas relacionaram ASPV à lombalgias específicas (espondilite, trauma, tumores e espondiloartropatias).[6] Também foi encontrada relação entre ASPV e dor lombar não específica.[7] Esta associação já foi investigada por diversos estudos, correlacionando-se de forma inconsistente, variando desde baixa até alta relação entre estes fatores. Em revisão sistemática, JENSEN et al., encontraram uma correlação positiva entre ASPV e lombalgia inespecífica em sete de 10 artigos e concluíram que ASPV é uma alteração comum em indivíduos com dor lombar não específica, mas que pode estar presente em indivíduos assintomáticos.

Alterações degenerativas encontradas na REMA são comuns em indivíduos assintomáticos. Na quinta década de vida, em torno de 25% da população assintomática tem alterações degenerativas à REMA.[8] Acima dos 60 anos, essas alterações estão presentes em 75% da população, independente da sintomatologia.[9]

O objetivo do presente trabalho é avaliar se alterações de sinal do platô vertebral (observadas na REMA utilizando a classificação de Modic) influenciam o prognóstico de pacientes submetidos ao tratamento conservador ou cirúrgico em lombalgia e lombociatalgia. E tentar observar qual o tipo de alteração é a mais comum em cada grupo de pacientes.

MATERIAIS E MÉTODOS

Estudo coorte retrospectivo aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa (09625519.8.0000.0071), no qual foram avaliados prontuários e exames de imagem de pacientes tratados para lombalgia e ciatalgia, submetidos ou não à tratamento cirúrgico, no período de maio de 2011 a março de 2017. Pacientes foram submetidos ao Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Serão avaliadas as ASPV encontradas no exame de imagem (REMA), com o grau da dor, da limitação, qualidade de vida e função no início e com 12 meses de seguimento.

Foi utilizado exames de REMA do banco de dados da instituição obtidos no momento de inclusão do paciente no programa, realizado por aparelho de 1,5 Tesla. Usou-se imagens sagitais e axiais ponderadas em T1 e T2 para classificação da alteração segundo Modic. Estes exames foram avaliados por radiologista da instituição e as características da imagem seguirão as recomendações da *Combined Task Force of North American Spine Society, American Society of Spine Radiology, and American Society of Neuroradiology*.[8] Os níveis usados no estudo foram L3-L4, L4-L5 e L5-S1.

Por protocolo do nosso hospital, o estado doloroso, qualidade de vida e estado funcional do paciente é avaliado no momento de inclusão do paciente ao tratamento e com 12 meses após a intervenção conservadora ou cirúrgica. Para inclusão neste estudo, o paciente deverá ter completado as seguintes escalas:

Dor, através da Escala Visual Analógica da Dor (EVA). Varia de 0 a 10, sendo 0 a ausência de dor e 10 uma dor incapacitante. De um a três é considerado dor leve, de quatro a seis dor moderada e de sete a 10 dor intensa. São clinicamente significativas as variações de pelo menos 2,6 pontos.[10]

Função pelo questionário *Roland Morris* validado para o português. Questionário de 24 itens que avalia a função/limitação do paciente, sendo zero (sem incapacidade) a 24 (incapacidade grave). Valores superiores a 14 pontos indicam incapacidade física. Diferenças de cinco pontos são clinicamente significativas.[10,11]

Qualidade de vida pelo Questionário EuroQol5 (EQ-5D) validado para o português. Questionário padronizado preenchido pelo paciente no qual consta cinco itens: mobilidade, autocuidado, atividades habituais, dor/desconforto e ansiedade/depressão. Foram consideradas clinicamente significativas as variações de pelo menos 0,24 ponto.[10]

População de Interesse e Elegibilidade

Pacientes tratados pelo Projeto Locomotor do Hospital Israelita Albert Einstein para lombalgia e lombociatalgia, submetidos ou não à tratamento cirúrgico, no período de maio de 2011 a março de 2017.

Serão excluídos pacientes com artrodeses, cirurgia prévia, tumores, infecção, escoliose acima de 10º, espondiloartropatias e pacientes acima dos 65 anos de idade.

Análise Estatística

A normalidade dos dados foi avaliada utilizando *Shapiro-Wilk*, a homogeneidade das variâncias foi avaliada utilizando o teste de Levene. As frequências absoluta e relativa foram quantificadas para as alterações degenerativas na placa terminal vertebral, de acordo com classificação de Modic.

Para comparar os efeitos dos procedimentos (conservador, infiltração e cirúrgico) considerando as classificações de Modic (tipo 0, tipo I e tipo II) foi utilizado modelos gerais lineares univariados. Para tanto, o efeito do procedimento foi calculado para as variáveis EVA, Roland Morris e EQ-5D como a diferença pós-pré intervenção e inserido nos modelos como variáveis dependentes. Uma vez que os grupos apresentavam diferenças nas variáveis dependentes na linha de base tais variáveis foram inseridas como covariáveis. O tipo de tratamento foi inserido como fator fixo e pra testar o efeito do tipo de Modic e idade nas respostas ao tratamento uma interação ASVP *tratamento e uma interação idade* tratamento foram inseridas nos modelos. Além disso, foi criado um modelo geral linear univariado para avaliar o efeito da classificação das ASPV nos deltas de diferença (pós-pré) sobre as variáveis independentes (EVA, Roland Morris e EQ-5D) em cada procedimento (conservador, infiltração e cirúrgico). A análise de variância (ANOVA) one-way foi utilizada para compara a idade dos participantes quando separado em diferentes classificações do acordo com Modic. A significância adotada foi de $P < 0,05$. Os procedimentos foram analisados no software SPSS (versão 20).

RESULTADOS

Foi obtido em banco de dados um total de 1677 prontuários, sendo reduzidos a 1305 ao excluir casos que apresentavam cervicalgia associada. Dos prontuários restantes, foi observado que 892 não apresentavam exames no sistema de imagens do hospital, 35 apresentavam algum procedimento cirúrgico prévio, 126 pacientes não haviam respondido o questionário após 12 meses e 11 tinham idade superior a 65 anos. O total de pacientes obtidos foi de 241.

Feitas as análises estatísticas foi observado que os

procedimentos apresentam efeitos estatisticamente significantes nas variáveis EVA, *Roland Morris* e EQ-5D, no entanto as ASPV não apresentaram efeito significante nas respostas do tratamento para as variáveis EVA (F = 0,03; P = 0,97), *Roland Morris* (F = 0,51; P = 0,60) e EQ-5D (F = 2,67; P = 0,07), bem como não houve interação ASPV*tratamento para EVA (F = 2,15; P = 0,08), *Roland Morris* (F = 1,55; P = 0,19) e EQ-5D (F = 2,15; P = 0,08), mesmo quando os grupos foram separados de acordo com a classificação de Modic e analisados de forma independente dentro de cada procedimento: EVA: Conservador F = 0,93, P = 0,40; Infiltração: F = 1,83, P = 0,17; Cirúrgico: F = 1,71, P = 0,19; *Roland Morris*: Conservador: F = 0,47, P = 0,63; Infiltração: F = 2,18; P = 0,12, Cirúrgico: F = 0,12; P = 0,89; EQ-5D: Conservador: F = 0,31; P = 0,73, Infiltração: P = 0,08, Cirúrgico: F = 1,05; P = 0,36. (Tabelas 1, 2 e 3)

Anova one-way mostrou que a idade média dos participantes foi diferente entre os grupos Modic (F = 3,12; P = 0.046). O *Post-hoc* de bonferroni identificou que a diferença de idade existiu entre o grupo Modic 0 e Modic 2 (41,75 ± 11,66 anos vs. 46,40 ± 11,07 anos). O grupo Modic 1 não apresentou diferença de idade com os demais grupos (44,15 ± 11,95 anos). Embora houve diferença entre os grupos Modic em relação a idade, a inclusão da idade não apresentou influência nos efeitos dos tratamentos nas variáveis EVA (F = 0,90; P = 0,66), *Roland Morris* (F = 0,96; P = 0,56).

Os deltas de diferença (pós-pré) para a dor avaliada pela escala visual analógica (EVA) estão apresentados na Tabela 4. Houve efeitos significantes (P < 0,001) para todos os procedimentos; entretanto, o efeito do procedimento cirúrgico foi superior, quando comparado aos demais (P < 0,001).

Os deltas de diferença (pós-pré) para a *Roland Morris* estão apresentados na Tabela 5. Houve efeitos significantes (P < 0,001) para todos os procedimentos; entretanto, o efeito do procedimento cirúrgico foi superior, quando comparado aos demais (P < 0,001).

Os deltas de diferença (pós-pré) para EQ-5D estão apresentados na Tabela 6. Houve efeitos significantes (P < 0,001) para todos os procedimentos; entretanto, o efeito do procedimento cirúrgico foi superior, quando comparado aos demais (P < 0,001).

A quantidade e o percentual de pacientes nas diferentes classificações de Modic estão apresentadas na Tabela 7.

Tabela 4. Delta de diferença na dor avaliada pela escala visual analógica (EVA) para os procedimentos infiltração, conservador e cirúrgico.

Procedimentos	Δ (pós-pré)	IC 95%
Conservador	-2,02*	(-2,65 - -1,49)
Infiltração	-1,63*	(-2,34 - -0,93)
Cirurgia	-3,77*#	(-4,29 - -3,24)

*P < 0,001 em relação os valores basais. #P < 0,001 em relação aos demais procedimentos. Os deltas estão ajustados utilizando os valores basais de EVA como covariável, dessa forma os valores basais ajustados são: EVA pré = 6,83.

Tabela 5. Delta de diferença no *Roland Morris* para os procedimentos infiltração, conservador e cirúrgico.

Procedimentos	Δ (pós-pré)	IC 95%
Conservador	-4,00*	(-5,28 - -2,71)
Infiltração	-2,41*	(-4,00 - -0,85)
Cirurgia	-8,20*#	(-9,38 - -7,02)

*P < 0,001 em relação os valores basais. #P < 0,001 em relação aos demais procedimentos. Os deltas estão ajustados utilizando os valores basais de Roland Morris como covariável, dessa forma os valores basais ajustados são: Morris pré = 13,67.

Tabela 6. Delta de diferença no EQ-5D para os procedimentos infiltração, conservador e cirúrgico.

Procedimentos	Δ (pós-pré)	IC 95%
Conservador	0,26*	(0,19 - 0,34)
Infiltração	0,19*	(0,11 - 0,28)
Cirurgia	0,40*#	(0,34 - 0,47)

*P < 0,001 em relação os valores basais. #P < 0,001 em relação aos demais procedimentos. Os deltas estão ajustados utilizando os valores basais de EQ-5D como covariável, dessa forma os valores basais ajustados são: EQ-5D pré = 0,40.

Tabela 7. Frequência absoluta e relativa das alterações degenerativas na placa terminal vertebral de acordo com a classificação de Modic.

	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)	IC (95%)
Modic 0	116	48,33	(42,04 – 54,68)
Modic 1	70	29,17	(23,74 – 35,26)
Modic 2	54	22,50	(17,64 – 28,25)

Tabela 1. Delta de diferença na EVA para as classificações de Modic nos grupos conservador, infiltração e cirúrgico.

	Δ (pós-pré)	IC 95%	Δ (pós-pré)	CI 95%	Δ (pós-pré)	IC 95%
	Conservador		Infiltração		Cirúrgico	
Modic 0	-1,20	(-2,13 - -0,28)	-2,25	(-3,29 - -1,21)	-3,96	(-4,63 - -3,29)
Modic 1	-0,98	(-1,98 – 0,02)	-1,73	(-3,42 - -0,04)	-4,36	(-5,24 - -3,48)
Modic 2	-1,95	(-3,03 - -0,87)	-0,22	(-2,08 – 1,63)	-5,14	(-6,22 - -4,05)

Os deltas estão ajustados utilizando os valores basais de EVA como covariável.

Tabela 2. Delta de diferença no Roland Morris para as classificações de Modic nos grupos conservador, infiltração e cirúrgico.

	Δ (post-pre)	IC 95%	Δ (post-pre)	IC 95%	Δ (post-pre)	IC 95%
	Conservador		Infiltração		Cirúrgico	
Modic 0	-1,87	(-3,81 - 0,06)	-3,33	(-5,23 -1,42)	-9,26	(-10,91 - -7,61)
Modic 1	-3,24	(-5,33 - -1,14)	-1,49	(-4,61 - 1,62)	-9,67	(-11,83 - -7,50)
Modic 2	-2,74	(-5,00 - -0,47)	-0,63	(-2,79 – 4,06)	-10,00	(-12,60 - -7,38)

Os deltas estão ajustados utilizando os valores basais de Roland Morris como covariável.

Tabela 3. Delta de diferença na EQ-5D para as classificações de Modic nos grupos conservador, infiltração e cirúrgico.

	Δ (post-pre)	IC 95%	Δ (post-pre)	IC 95%	Δ (post-pre)	IC 95%
	Conservador		Infiltração		Cirúrgico	
Modic 0	0,13	(0,01 – 0,25)	0,27	(0,15 – 0,39)	0,50	(0,42 – 0,58)
Modic 1	0,18	(0,06 – 0,31)	0,08	(-0,14 – 0,30)	0,59	(0,47 – 0,70)
Modic 2	0,12	(-0,01 – 0,25)	-0,09	(-0,30 – 0,13)	0,47	(0,34 – 0,60)

Os deltas estão ajustados utilizando os valores basais de EQ-5D como covariável. O pressuposto homogeneidade das variâncias foi violado no grupo infiltração (Levene; P = 0,02); dessa forma, para esse grupo o teste utilizado foi o Kruskal-Wallis.

DISCUSSÃO

Ressonância magnética é o principal exame diagnóstico utilizado em pacientes com lombalgia e ciática.[12] As ASPV podem estar presente na coluna cervical, torácica e lombar, sendo documentada até em estudos com animais.[13] A prevalência varia de 18 a 62% em pacientes com lombalgia, mas com distribuição distinta para cada tipo.[14-16] Os tipos I e II são os mais prevalentes, mas há discussão de qual deles seria o mais prevalente em pacientes sintomáticos.[17] O que se sabe é que as alterações de sinal da placa vertebral se tornam mais prevalente com o aumento da idade, peso e no sexo masculino.[17]

Essas alterações apresentam três características principais na coluna lombar. Modic et al., observaram que a topografia mais comum das ASPV foi L4-L5 e L5-S1.[3] A distribuição das alterações do tipo I e tipo II é no 1/3 anterior do platô vertebral e as do Tipo II são mais comuns no platô vertebral superior do que no inferior.[4] Chung et al., observaram que as ASPV assintomáticas se localizam em níveis mais altos (platô superior de L3 e L4) e anterior, enquanto que as sintomáticas estão em níveis mais baixos (entre os níveis L4-L5 e L5-S1).[18]

Pelo caráter evolutivo das alterações de sinal da placa vertebral, a alteração do tipo I é considerada como o estágio inicial e mais ativo do processo,[4] sendo reportado a presença de níveis elevados de proteína C reativa, TNF-α, IL-6, IL-8 e PGE_2.[19,20] Weishaupt et al., demonstraram que as alterações de Modic do Tipo II estão presentes em indivíduos sintomáticos, que podem ser tão limitantes quanto, mesmo este sendo considerado um estágio quiescente e se de esperar menos dor do que as do tipo I.[21]

Apenas uma parte dos casos de ASPV (20%) são correlacionados com um diagnóstico anatomopatológico como infecção, degenerativas ou causas imunológicas.[17] Vários estudos tentam correlacionar ASPV com lombalgia. Kuisma et al., observaram uma maior associação de ASPV do tipo I no nível L5-S1 com lombalgia do que outras associações.[22] Em um estudo de caso com *follow-up* de cinco anos, Carragee et al., mostraram que moderada ou severa ASPV estava pouco associada com um mau prognóstico em pacientes com lombalgia persistente.[23] Outro estudo viu que ASPV do tipo I não é um fator de risco para dor lombar ao examinar 131 pacientes assintomáticos, sendo a depressão o único fator preditor de dor lombar, enquanto que, dos achados de imagem, a estenose central e o contato com raiz nervosa apresentaram alguma associação, mas sem significância estatística.[24]

Estudos demonstraram que ASPV também podem estar presentes em indivíduos assintomáticos, mas com prevalência menor. Estudo feito com 228 trabalhares no norte da Finlândia observou a presença de alterações de Modic em indivíduos assintomáticos foi de 11% (tipo I, 3%; tipo II, 5%; tipo III 3%).[21] Chung et al., investigaram a presença de Modic em 59 pacientes assintomáticos e observou oito com tipo I, 15 do tipo II em 590 placas vertebrais lombares em indivíduos sem sintomas, sendo as alterações do tipo II observadas em indivíduos mais velhos.[18]

Os estudos confirmam que há relação das ASPV com dor discogênica, mas existem controvérsias sobre a relação das alterações de sinal com o resultado após intervenção clínica ou nova dor lombar.[17] Estas controvérsias podem vir de diferenças entre os critérios de inclusão, metodologia e tamanho da amostra, quanto das diferenças de adesão ao tratamento, fatores sociais e psicológicos dos pacientes.[17]

Estudo feito com 178 pacientes operados para microdiscetomia observou que pacientes com ASPV do Tipo I tiveram menor, mas significante melhora com 12 meses após cirurgia, se comparado com outros tipos, mas sem importância estatística.[25] Tabagismo foi o único fator importante.[25] Estudo com seguimento de 10 anos, feito com 70 pacientes não observou nenhuma significância na intensidade da dor, grau de incapacidade, necessidade de tratamento médico ou cirúrgico ($P>0,05$) em pacientes com Modic tipo I, II ou III, mesmo entre pacientes com e sem alterações de sinal da placa vertebral ($P>0,05$).[26]

CONCLUSÃO

O presente estudo encontra-se em consonância com a literatura, não conseguindo associar ASPV com o prognóstico em indivíduos tratados para lombalgia e lombociatalgia. Observou ainda indivíduos sem ASPV apresentam quadro de dor incapacitante, mostrando que esta alteração não é específica para dor lombar.

Existem algumas limitações no estudo devido, devido a amostragem pequena, por ser um estudo retrospectivo e com um seguimento de um ano.

AGRADECIMENTOS

A equipe agradece aos pacientes, por nos fornecerem os dados para pesquisa, à equipe envolvida pela dedicação, coesão e suporte, especialmente aos funcionários do Programa Locomotor do HIAE.

Todos os autores declaram não haver nenhum potencial conflito de interesses referente a este artigo.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES: Cada autor contribuiu individual e significativamente para o desenvolvimento deste artigo. AF; FP; MSC; GR; GR; ATA .

REFERÊNCIAS

1. Vroomen PCAJ, de Krom MCTFM, Slofstra PD, Knottnerus JA. Conservative Treatment of Sciatica: A Systematic Review. J Spinal Disord. 2000;13(6):463–9.
2. Katz JN. Lumbar Disc Disorders and Low-Back Pain: Socioeconomic Factors and Consequences. 2006;88 Suppl 2:21-4.
3. Modic MT, Steinberg PM, Ross JS, Masaryk TJ, Carter JR. Degenerative disk disease: assessment of changes in vertebral body marrow with MR imaging. Radiology. 1988;166(1 Pt 1):193–9.
4. Modic MT, Masaryk TJ, Ross JS, Carter JR. Imaging of degenerative disk disease. Radiology. 1988;168(1):177–86.
5. Jensen TS, Karppinen J, Sorensen JS, Niinimäki J, Leboeuf-Yde C. Vertebral endplate signal changes (Modic change): a systematic literature review of prevalence and association with non-specific low back pain. Eur Spine J. 2008;17(11):1407–22.
6. Kang SH, Choi SH, Seong NJ, Ko JM, Cho ES, Ko KP. Comparative study of lumbar magnetic resonance imaging and myelography in young soldiers with herniated lumbar disc. J Korean Neurosurg Soc. 2010;48(6):501–5.
7. Borenstein DG, O'Mara JW Jr, Boden SD, Lauerman WC, Jacobson A, Platenberg C, et al. The Value of Magnetic Resonance Imaging of the Lumbar Spine to Predict Low-Back Pain in Asymptomatic Subjects a seven-year follow-up study. J Bone Joint Surg Am. 2001;83(9):1306-11.
8. 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(5):93–113.
9. Boden SD, Davis DO, Dina TS, Patronas NJ, Wiesel SW. Abnormal Magnetic-Resonance Scans of the Lumbar Spine in Asymptomatic Subjects A prospective investigation. J Bone Joint Surg Am. 1990;72(3):403-8.
10. Parker SL, Godil SS, Shau DN, Mendenhall SK, McGirt MJ. Assessment of the minimum clinically important difference in pain, disability, and quality of life after anterior cervical discectomy and fusion. J Neurosurg Spine. 2013;18(2):154–60.
11. Nusbaum L, Natour J, Ferraz MB, Goldenberg J. Translation, adaptation and validation of the Roland-Morris questionnaire - Brazil Roland-Morris. Braz J Med Biol Res. 2001;34(2):203–10.
12. Jensen MC, Brant-Zawadzki MN, Obuchowski N, Modic MT, Malkasian D, Ross JS. Magnetic Resonance Imaging of the Lumbar Spine in People without Back Pain. N Engl J Med. 1994;331(2):69–73.
13. Cavanaugh JM, Ozaktay AC, Yamashita T, Avramov A, Getchell TV, King AI. Mechanisms of low back pain: a neurophysiologic and neuroanatomic study. Clin Orthop Relat Res. 1997;(335):166–80.
14. Albert HB, Kjaer P, Jensen TS, Sorensen JS, Bendix T, Manniche C. Modic changes, possible causes and relation to low back pain. Med Hypotheses. 2008;70(2):361–8.
15. Karchevsky M, Schweitzer ME, Carrino JA, Zoga A, Montgomery D, Parker L. Reactive endplate marrow changes: a systematic morphologic and epidemiologic evaluation. Skeletal Radiol. 2005;34(3):125–9.

16. Mitra D, Cassar-Pullicino VN, Mccall IW. Longitudinal study of vertebral type-1 end-plate changes on MR of the lumbar spine. Eur Radiol. 2004;14(9):1574–81.
17. Zhang YH, Zhao CQ, Jiang LS, Chen XD, Dai LY. Modic changes: a systematic review of the literature. Eur Spine J. 2008;17(10):1289-99.
18. Chung CB, Vande Berg BC, Tavernier T, Cotten A, Laredo JD, Vallee C, et al. End plate marrow changes in the asymptomatic lumbosacral spine: frequency, distribution and correlation with age and degenerative changes. Skeletal Radiol. 2004;33(7):399–404.
19. Ohtori S, Inoue G, Ito T, Koshi T, Ozawa T, Doya H, et al. Tumor Necrosis Factor-Immunoreactive Cells and PGP 9.5-Immunoreactive Nerve Fibers in Vertebral Endplates of Patients With Discogenic Low Back Pain and Modic Type 1 or Type 2 Changes on MRI. Spine (Phila Pa 1976). 2006;31(9):1026–31.
20. Burke JG, Watson RWG, McCormack D, Dowling FE, Walsh MG, Fitzpatrick JM. Intervertebral discs which cause low back pain secrete high levels of proinflammatory mediators. J Bone Joint Surg Br. 2002;84(2):196–201.
21. Weishaupt D, Zanetti M, Hodler J, Boos N. MR imaging of the lumbar spine: prevalence of intervertebral disk extrusion and sequestration, nerve root compression, end plate abnormalities, and osteoarthritis of the facet joints in asymptomatic volunteers. Radiology. 1998;209(3):661–6.
22. Kuisma M, Karppinen J, Niinimäki J, Ojala R, Haapea M, Heliövaara M, et al. Modic Changes in Endplates of Lumbar Vertebral Bodies. Spine (Phila Pa 1976). 2007;32(10):1116–22.
23. Carragee EJ, Alamin TF, Miller JL, Carragee JM. Discographic, MRI and psychosocial determinants of low back pain disability and remission: a prospective study in subjects with benign persistent back pain. Spine J. 2005;5(1):24–35.
24. Jarvik JG, Hollingworth W, Heagerty PJ, Haynor DR, Boyko EJ, Deyo RA. Three-year incidence of low back pain in an initially asymptomatic cohort: clinical and imaging risk factors. Spine (Phila Pa 1976). 2005;30(13):1541–8; discussion 1549.
25. Sørlie A, Moholdt V, Kvistad KA, Nygaard ØP, Ingebrigtsen T, Iversen T, et al. Modic type I changes and recovery of back pain after lumbar microdiscectomy. Eur Spine J. 2012;21(11):2252–8.
26. Romero-Muñoz L, Barriga-Martín A, Segura-Fragoso A, Martín-González C. ¿Supone la presencia de cambios Modic en pacientes con dolor lumbar crónico una peor evolución clínica y una mayor posibilidad de precisar cirugía? Evolución a 10 años. Rev Esp Cir Ortop Traumatol. 2018;62(4):274–81.

SHORT-WAVE DIATHERMY IN PATIENTS WITH CHRONIC LOW BACK PAIN: A SYSTEMATIC REVIEW

DIATERMIA POR ONDAS CURTAS EM PACIENTES COM DOR LOMBAR CRÔNICA: REVISÃO SISTEMÁTICA

DIATERMIA POR ONDAS CORTAS EN PACIENTES CON DOLOR LUMBAR CRÓNICO: REVISIÓN SISTEMÁTICA

Luis Henrique Paladini,[1] Nicole Almeida,[1] Raciele Ivandra Guarda Korelo,[1] Rafael Michel de Macedo,[2] Luiz Cesar Guarita-Souza,[3] Talita Gianello Gnoato Zotz,[1] Ana Carolina Brandt de Macedo[1]

1. Universidade Federal do Paraná, Department of Prevention and Rehabilitation in Physiotherapy, Curitiba, PR, Brazil.
2. Hospital Cardiológico Costantini, Curitiba, Paraná, Brazil.
3. Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, PR, Brazil.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the evidence of application of short-wave diathermy (SWD) in individuals with chronic low back pain (CLBP) and its prescription parameters. The data sources (MEDLINE, PubMed, LILACS, DARE, PsycINFO, AusportMed, SciELO, PEDro and the Cochrane Central Register of Controlled Trials) were systematically searched for articles published up to December 2017. Randomized and non-randomized clinical trial studies that investigated the effect of the application of SWD on CLBP were selected. Two independent reviewers assessed the risk of bias in studies using the Jadad and the Downs & Black scales. Five studies (731 patients) were included, all of whom presented improvements in CLBP. The majority used continuous mode SWD, with only one using pulsed mode (82 and 200 Hz). SWD produced improvements in CLBP, but there is limited evidence for its application, and a lack of standardization of the parameters used. Furthermore, the results that address this topic should be interpreted with caution due to their low methodological quality and limited number. ***Level of evidence II; Systematic review.***

Keywords: Low Back Pain; Diathermy; Systematic review.

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi avaliar a evidência de aplicação da diatermia por ondas curtas (DOC) em indivíduos com dor lombar crônica (DLC) e seus parâmetros de prescrição. As fontes de dados (MEDLINE, PubMed, LILACS, DARE, PsycINFO, AusportMed, SciELO, PEDro e Cochrane Central Register of Controlled Trials) foram pesquisadas sistematicamente quanto aos artigos publicados até dezembro de 2017. Estudos de ensaios clínicos randomizados e não randomizados que investigaram o efeito da aplicação da DOC na DLC foram selecionados. Dois revisores independentes avaliaram o risco de viés em estudos usando as escalas Jadad e Downs & Black. Cinco estudos (731 pacientes) foram incluídos e todos apresentaram melhora na DLC. A maioria usou a DOC de modo contínuo, com apenas um utilizando o modo pulsado (82 e 200 Hz). A DOC apresentou melhora na DLC, no entanto, há evidências limitadas para sua aplicação e ausência de padronização dos parâmetros utilizados. Além disso, os resultados que se referem a esse tópico devem ser interpretados com cautela devido à baixa qualidade metodológica e ao número limitado de estudos. ***Nível de evidência II; Revisão sistemática.***

Descritores: *Dor lombar; Diatermia; Revisão sistemática.*

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar la evidencia de la diatermia por ondas cortas (DOC) en individuos con dolor lumbar crónico (DLC) y sus parámetros de prescripción. Las fuentes de datos (MEDLINE, PubMed, LILACS, DARE, PsycINFO, AusportMed, SciELO, PEDro y Cochrane Central Register of Controlled Trials) fueron utilizadas para búsquedas sistemáticas de artículos publicados hasta diciembre de 2017. Fueron seleccionados los estudios de ensayos clínicos aleatorizados y no aleatorizados que investigaron el efecto de la aplicación de DOC en DLC. Dos revisores independientes evaluaron el riesgo de sesgo en estudios usando las escalas Jadad y Downs & Black. Fueron incluidos cinco estudios (731 pacientes) y todos presentaron mejora en DLC. La mayoría usó la DOC de modo continuo, con sólo uno usando el modo pulsado (82 y 200 Hz). La DOC produjo mejoras en DLC, sin embargo, hay evidencias limitadas para su aplicación y ausencia de estandarización de los parámetros utilizados. Además, los resultados que se refieren a ese tópico deben interpretarse con cautela debido a la baja calidad metodológica y al número limitado de estudios. **Nivel de evidencia II; Revisión sistemática.**

Descriptores: *Dolor de la región lumbar; Diatermia; Revisión sistemática.*

Study conducted at Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brazil.
Correspondence: Ana Carolina Brandt de Macedo. Rua Aristides Pereira da Cruz, 21, casa 57, Portão, Curitiba, PR, Brazil. 80330-290. acbrandtmacedo@gmail.com

CC BY

http://dx.doi.org/10.1590/S1808-185120201903219301

Received on 01/31/2019 accepted on 02/27/2020

INTRODUCTION

Chronic low back pain (CLBP) affects about 85% of the world's population at some point in their lives and is responsible for generating work losses and high public health expenditures, as well as negatively influencing people's mental health and quality of life.[1,2]

The guidelines[3-6] on non-pharmacological treatment of low back pain recommend different physical therapies that can be used as part of a physical therapy program. Some examples are: physical exercise, posture training, spinal manipulation, acupuncture, massage therapy, and the application of physical agents such as short-wave diathermy (SWD). SWD is one of the oldest electrothermotherapeutic modalities. However, studies on the topic present low methodological quality. Chou and Huffman[7] found only two studies related to the application of SWD in subjects with low back pain, with low levels of evidence and without adequate descriptions of the parameters used. Therefore, this study aimed to perform a systematic review of the scientific evidence for the application of SWD in individuals with chronic low back pain, and its prescription parameters.

METHODS

Eligibility criteria

Randomized and non-randomized clinical trials comparing continuous and/or pulsed application of short waves to other interventional methods, such as exercise, osteopathy and traction, or to a placebo group, were included. The target population was individuals with chronic low back pain. The following outcomes were evaluated: pain visual analogue scale (VAS), Lattinen's score,[8] Tenderness score,[9] pain characteristics, straight leg raise, lumbar flexion and subjective effect of the treatment.

The exclusion criteria were: (1) retrospective studies, (2) literature reviews, (3) not finding the full article and (4) studies in a language other than Portuguese, Spanish or English.

Search and selection strategy

The search was performed independently and in duplicate, using the electronic databases of MEDLINE, PubMed, LILACS, DARE, PsycINFO, AusportMed, SciELO, PEDro and the Cochrane Central Register of Controlled Trials (Cochrane CENTRAL). Articles published from 1985 to October 2016 were included, and studies in Portuguese, Spanish and English were considered.

The following keywords were used: low back pain, short wave diathermy, short wave therapy, short wave therapies, deep heat, lumbar pain, chronic lumbar pain, chronic low back pain, pulsed short wave diathermy and nonthermal short wave therapy. The search terms were grouped with a high sensitivity combination of words used in the search for clinical trials. The complete search strategy used for the MEDLINE database followed the recommendations of Moher et al.[10] Details of the other search strategies used are available upon request.

All titles and abstracts were selected in duplicate by two independent researchers (NA and LHP). The systematic review was performed in phases. Initially, all the publications available in the databases selected according to each descriptor were searched. In the second phase, a more rigorous analysis was conducted in which only the titles were selected. After excluding all the articles that did not fit the study criteria, a new search was performed based on the abstracts of the selected articles. All abstracts that did not provide sufficient information to ascertain whether they met the inclusion and exclusion criteria were selected for evaluation of the full text. Both researchers compared the identified articles and by consensus, defined which ones would be retrieved for reading of the full text. When a consensus was not reached, a third researcher (ACBM) was consulted.

Data Extraction

Using standardized forms, the same two reviewers independently conducted the data extraction, considering the methodological characteristics of the studies, the interventions and the outcomes; differences were also resolved by consensus. The results of interest were the pain visual analogue scale (VAS) scores, tender points, Lattinen's score, straight leg raising, lumbar flexion, pain severity, and subjective effect of the treatment.

QUALITY ANALYSIS

Evaluation of the risk of bias

Two researchers (NA and LHP) independently assessed the quality of the studies using the Jadad Scale[11,12] and the Downs & Black Scale.[13] When there was no consensus, a third researcher (ACBM) was consulted.

The Jadad Scale[11,12] is a validated scale initially created for studies related to "pain", which investigates whether the study was properly described and considered appropriate. It scores the quality of a study on a five-point scale: (1) description of the randomization; (2) description of the double blinding; (3) description of losses; (4) appropriate randomization and (5) appropriate blinding. Studies that have a score of 0 to 2 are classified as having low quality, while those with scores between 3 and 5 are characterized as having high quality.

The Downs & Black[13] scale is considered a methodologically strong scale, as it is more flexible than the other scales and has the advantage that it evaluates the strengths and weaknesses of the study. Five sub-scales are evaluated, related to reporting, external validation, biases, confounding factors and power of the study. For each "yes" answer in the scale, a point is added, with a possible total of 28 points. Scores of 26-28 are considered "Excellent", 20-25 "Good," 15-19 "Medium" and below 14 points, "Poor".

RESULTS

Description of the studies

The literature search identified a total of 9961 articles in the selected databases. After screening for titles, 9948 articles were excluded, leaving only 13 for reading of the abstracts; of these, a further eight were excluded (seven due to duplication and one because it was a systematic review), leaving five articles to be read in full. (Figure 1) Table 1 presents the characteristics of the studies evaluated. These included 731 patients who had suffered from low back pain for more than 3 months, of whom 254 (35%) had received SWD, 293 (40%) had undergone other treatments, and 184 (25%) had been allocated to the SWD placebo group.

Bias' risk

The studies were classified using two different scales: the Jadad scale and the Downs & Black scale. All the studies presented low bias scores. Through the Jadad scale, three articles were classified with a score of 0,[9,14,15] one study with a score of 1[16] and one study with a score of 2.[8] The main weakness detected through the Jadad scale was the lack of description regarding the double-blind character and description of the randomization method. (Table 2) Through the Downs & Black scale, two studies were classified with medium bias[15,16] and the other three studies with poor bias.[8,9,14] (Table 3)

Of the articles included ($n=5$), all presented randomization; however, only three studies[9,14,15] described the form of randomization, one presented the description of the blinding, and three[8,14,16] showed the losses and exclusions.

Pain evaluation

Of the five articles analyzed, four used the VAS as the pain evaluation instrument. However, each study used a different type of scale and different methods of analysis. Only one article[16] performed an analysis of the pain intensity and a subjective analysis of the treatment, without using the VAS.

Gibson et al.[14] used the millimetric VAS (0-100 mm) and found that the SWD group had significant improvement in pain after 4 weeks but did not compare this with the osteopathy group, which also showed a significant improvement.

Wagstaff et al.[15] applied a 0-15 cm VAS, finding significant results between moments before and after treatment (after 3 weeks). Participants in the continuous SWD group presented an improvement in pain of 31.56%, those in the pulsed 82Hz/700W SWD group presented a reduction in pain of 47.05% and the other pulsed 200Hz/300W SWD group presented a reduction of 68.31%. There was a significant difference between the continuous and pulsed mode. However, there was no difference between the two types of pulsed SWD.

Ahmed et al.[9] and Shakoor et al.[8] used the VAS. However, the analysis of pain outcome was performed together with other outcomes, and so it was not possible to verify the individual improvement in this symptom. In all the studies, the participants presented improvements in pain, independently of the group to which each one belonged (100%).[8,9,14-16]

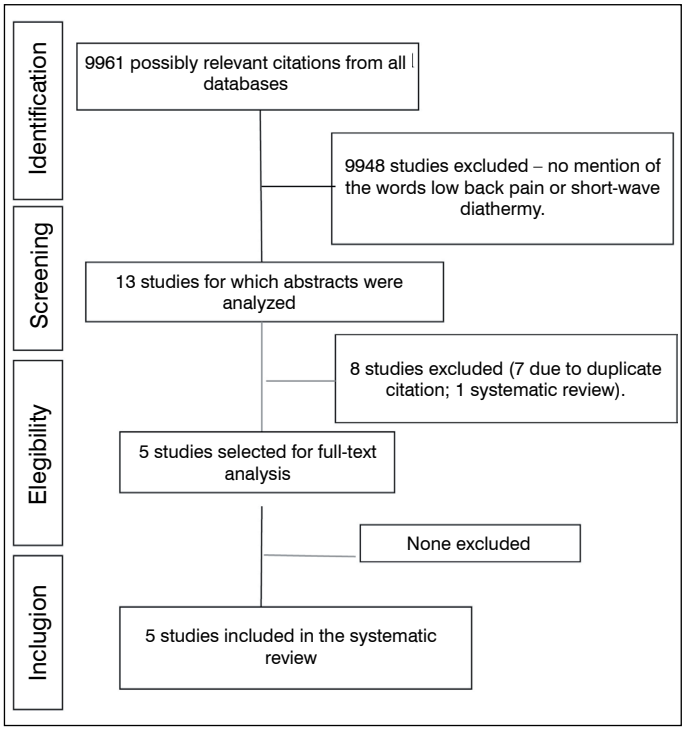

Figure 1. Steps performed in the selection process and reasons for exclusion.

Lattinen's Test Score

Ahmed et al.[9] and Shakoor et al.[8] used the Lattinen's test score as their outcome. However, the analysis was not performed in isolation. Ahmed et al.[9] performed the analysis together with the VAS and the tenderness score, and observed significant improvements in the treatment group compared to the placebo group from the 2nd to the 6th weeks. The treatment group presented a reduction of 68.5%, when comparing the pre-treatment evaluation score and that of the final week of short-wave application. The authors did not describe the mode of use of the SWD, only indicating the time (15 min), number of times weekly (3 times) and total length of treatment (6 weeks). Shakoor et al.[8] analyzed the Lattinen's test score together with the VAS and found significant difference in both groups (placebo and treatment) in the intragroup analysis, with significant improvement in the treatment group compared to the placebo group after the 3rd to the 6th weeks of intervention. The SWD protocol (27.33 MHz) consisted of the continuous, capacitive method for 15 min, 3 times a week, for 6 weeks.

Tenderness Score

As previously described, Ahmed et al.[9] used the tenderness score. However, it was not possible to analyze this outcome in isolation because it was evaluated with other variables.

Other outcomes

The outcomes assessed, such as the lumbar flexion[14] and the straight leg raise,[8] were not included in the analysis of the results of the articles and it was not possible to verify the influence of the SWD on these parameters. In the study by Sweetman et al.,[16] which evaluated the subjective effect of the treatment, there were improvements in all treatment groups (control, SWD, traction and exercise); however, there was no significant difference between them.

Table 1. Study characteristics.

References	Study design	N	Groups	Frequency	Outcomes
Ahmed et al., 2009	Not stated	97	-SWD (n=47) -Sham (n=50)	3X/week for 6 weeks	-VAS -Lattinen score -Tenderness score
Gibson et al., 1985	Randomized clinical trial	109	-SWD (n=34) -Osteopathy, (n=41) -Sham (n=34)	SWD-3X/week for 4 weeks Osteopathy- 1X/week for 4 weeks	-VAS -Tenderness score -Lumbar flexion
Wagstaff et al., 1986	Randomized clinical trial	23	-continuous SWD + exercise (n=8) -pulsed SWD (82 Hz), 700W +exercise (n=8) -pulsed SWD (200 Hz), 300W +exercise (n=7)	2X/week for 3 weeks	-VAS
Sweetman et al., 1993	Randomized clinical trial	400	-Control (n=100) - SWD (n=100) -Traction (n=100) -Exercise (n=100)	3X/week for 2 weeks	-Pain severity -Subjective effect of pain
Shakoor et al., 2008	Randomized clinical trial	127	-Continuous SWD+ anti-inflammatory + exercise (n=50) -Sham+ anti-inflammatory+ exercise (n=52)	3X/week for 6 week	-VAS -Lattinen score -Straight leg raise

N- number of patients; SWD- short wave diathermy; VAS- pain visual analogue scale.

Table 2. Bias' Risk for the included studies and JADAD classification.

References	Randomization	Description of Randomization Method	Blinding	Description of Blinding Method	Description of Losses	JADAD Classification
Ahmed et al., 2009	Yes	No	No	No	No	Poor quality
Gibson et al., 1985	Yes	Yes	No	No	Yes	Poor quality
Wagstaff et al., 1986	Yes	No	No	No	No	Poor quality
Sweetman et al., 1993	Yes	Yes	No	No	Yes	Poor quality
Shakoor et al., 2008	Yes	Yes	No	No	Yes	Poor quality

Table 3. Downs & Black Classification.

Question	Ahmed et al., 2009	Gibson et al., 1985	Wagstaff et al., 1986	Sweetman et al., 1993	Shakoor et al., 2008
1	Yes	Yes	Yes	Yes	No
2	No	No	Yes	Yes	No
3	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
4	No	Yes	Yes	Yes	No
5	No	UD	UD	UD	UD
6	Yes	UD	Yes	Yes	Yes
7	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
8	No	No	No	No	No
9	No	Yes	No	No	Yes
10	Yes	No	Yes	Yes	Yes
11	UD	UD	No	UD	UD
12	UD	UD	No	UD	UD
13	UD	No	No	No	No
14	Yes	UD	UD	No	No
15	UD	UD	UD	No	No
16	UD	UD	Yes	Yes	UD
17	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
18	No	Yes	Yes	Yes	Yes
19	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
20	Yes	UD	Yes	Yes	Yes
21	UD	Yes	Yes	Yes	Yes
22	UD	Yes	Yes	Yes	Yes
23	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
24	No	No	UD	UD	No
25	Yes	UD	UD	UD	UD
26	UD	Yes	Yes	Yes	No
27	No	No	No	No	No

UD- unable to determine.

DISCUSSION

This systematic review has shown that there is limited evidence regarding the effects of SWD on chronic low back pain, with few articles related to this symptomatology, and those that do exist having low methodological quality. This is in line with the findings of Shields et al.,[17] who reviewed clinical trials and concluded that the studies on this resource presented mixed quality and were published a long time ago, with few studies being published in the last fifteen years. In addition, the author claims that due to the lack of studies on SWD, and because it is not as affordable and economical as other equipment, it is often replaced by Low-Level Laser Therapy (LLLT) or by Interferential Current Therapy.

In order to evidence the effects produced by the SWD application, all parameters must be correctly described, including: power, pulse frequency, emission mode and duration of application.[16] Of the protocols presented in the studies included in this systematic review, the majority (60%, *n*=3)[8,9,14] used 15 minute applications and 3 applications per week (80%, *n*=4).[8,9,14,16] Regarding the frequency of the equipment, only 40% (*n*=2) of the studies[8,16] described this aspect. Shakoor et al.[8] used the capacitive mode, with capacitor pads, at a frequency of 27.33 MHz. Wagstaff et al.[15] used a frequency of 27.12 MHz for the three participating groups, altering only the pulsed or continuous mode. Regarding the duration of the protocol, two studies[8,9] applied it for 6 weeks, one study[14] for 4 weeks, another[15] for 3 weeks and the fifth,[16] for 2 weeks. The total number of sessions presented wide variation, with 6,[15,16] 12[14] and 18[8,9] sessions. Regardless of the number of sessions or length of treatment, improvement in lumbar pain was found.

Short wave diathermy can be applied in continuous or pulsed mode.[18,19] Continuous SWD promotes analgesia through deep heating, increasing the elasticity of the connective tissue, causing dilation of the arterioles and capillaries and consequently increasing blood flow in the pain area.[18,20] Pulsed SWD promotes increased blood flow, decreases joint pain and stiffness, reduces inflammation, accelerates the healing process, improves tissue repair and accelerates the resolution of edema.[21] Al Mandeel and Watson[22] examined the effects of high and low power (24W and 3W respectively) and demonstrated significant physiological effects of increased blood volume and skin temperature, primarily through the high-power treatment.

Regarding the mode of emission, all the authors[8,9,14-16] used continuous SWD (*n*=5). However, one author[15] also used pulsed SWD. Although there is no standard therapy for the treatment of CLBP, there is evidence that SWD applied in continuous mode results in greater responses in chronic clinical conditions, while in pulsed mode, it has better results in acute wounds.[17] This conflicts with the findings of Wagstaff et al.,[15] whose results of a decrease in CLBP were better with the application of the pulsed mode (82 and 200 Hz), regardless of frequency. However, the lack of placebo group, and the small number of participants (*n*=23), limit the evidence found in that study. Kerem and Yigiter[23] also compared three modes of operation (continuous, pulsed at 200 Hz and pulsed at 46 Hz) and found significant improvements in the groups treated with the pulsed mode, with no difference between them. Although this study used a larger sample of patients (*n*=60), there was no placebo group. Therefore, there is still no evidence regarding the best mode of emission. Durmus et al.[24] used continuous microwave diathermy in patients with low back pain and did not find any significant difference in relation to the group that only performed exercise.

Of the five articles analyzed, four[8,9,14,16] compared the shortwave to the placebo group, and two[8,9] indicated improvements in the continuous SWD group. One article[14] found no difference between the groups and one,[16] despite including a placebo group, did not perform a comparative analysis. Gibson et al.[14] related the positive results in the placebo group to the conviction about the treatment. Another justification used in the literature for cases in which there is improvement in the placebo group is the expectation of a reduction in the pain, stimulating the production of endorphins, which act in the same morphine analgesic receptor sites in the cerebral regions. This improvement may also be related to stimulation of dopaminergic circuits and inhibition of prostaglandin-dependent and cholecystokinase-dependent circuits.[25]

Evidence suggests[1,2,6] that treatment for low back pain should not be carried out in isolation, but rather, in association with the use of electrothermophototerapeutic resources and exercise, as found in the studies by Wagstaff et al.[15] and Shakoor et al.[8] The latter also associated it with the use of anti-inflammatory agents. Wagstaff et al.[15] associated SWD with pelvic anteroposterior and retroversion exercises, bridge, lumbar extension, prone hip extension, knee flexion, and isometric contraction of the abdomen. Shakoor et al.[8] associated SWD with spinal extension and strengthening exercises. As there was no isolated comparison of the treatments, it was not possible to verify whether the association of the SWD with exercises provided greater efficacy of the treatment. Kerem and Yigiter[23] also associated the application of continuous and pulsed SWD with exercise; however, they do not give details of the type of exercise, only reporting that stretching, strengthening and postural exercises were performed. In terms of results, the authors verified that pulsed SWD was more efficient for pain relief. In the study by Jayaram et al.[26] SWD was used for 20-30 minutes for 8 weeks; in one group, the treatment was associated with abdominal strengthening exercises and in the other, with lumbar extension exercises. The authors concluded that SWD associated with abdominal exercises was more effective; however, the study was not randomized and there was no placebo group. The study of Khan et al.[27] also compared the application of SWD associated with exercise (aerobic warm-up for 6 minutes, 15 stretches for the whole body and strengthening exercises for the back, abdomen and hip, 3 times a week, for 6 weeks) and found that the association of SWD was more efficient for symptom relief than exercise alone.

Corroborating the review by Shields et al.,[17] this systematic review found that there have been many studies on short-wave

diathermy, but these do not present effective evaluation methods. When associated with the descriptor "low back pain", as in this review, the number of articles is greatly reduced.

Although the selected studies were published across a long time-interval, there were no advances in methodological quality. Shields et al.[17] found that much evidence for short-wave diathermy can be found. However, the studies do not have effective evaluation methods, which contributes to the reduced use of this equipment by physiotherapists.

CONCLUSION

There is a lack of studies on the application of SWD for low back pain, and the existing literature presents poor methodological quality and early publication dates (1985-2009). Despite the technological advances in the equipment, there has been a decrease in the use of this resource. Thus, the present systematic review found that there is insufficient evidence to indicate the use of SWD for the treatment of chronic low back pain. The poor methodological quality of the articles suggests that new randomized clinical trials are needed on this subject, with a special focus on the prescription parameters for SWD. The studies should be planned with greater methodological rigor, include a larger number of patients, and present better details of the prescription parameters.

All authors declare no potential conflict of interest related to this article.

CONTRIBUTION OF THE AUTHORS: Each author made significant individual contributions to this manuscript. LHP: search for articles, introduction, methodology, discussion and conclusion. NA: search for articles, methodology, discussion and conclusion. TGZ: review of articles. RIGK: review of articles. RMM: review of articles. LCGS: review of articles. ACBM: search for articles, introduction, methodology, discussion and conclusion.

REFERENCES

1. Delitto A, George, SZ, Dillen LV, Whitman JM, Sowa G, Shekelle P, et al. Low Back Pain - Clinical Practice Guidelines Linked to the International Classification of Functioning, Disability, and Health from the Orthopaedic Section of the American Physical Therapy Association. J Orthop Sports Phys Ther. 2012;42(4):A1-57.
2. Chou R, Qaseem A, Snow V, Casey D, Cross JT, Shekelle P, et al. Diagnosis and Treatment of Low Back Pain: A Joint Clinical Practice Guideline from the American College of Physicians and the American Pain Society Diagnosis and Treatment of Low Back Pain. Ann Inter Med. 2007;147(7):478-91.
3. Chou R, Loeser JD, Owens DK, Rosenquist RW, Atlas SJ, Baisden J, et al. Interventional therapies, surgery, and interdisciplinary rehabilitation for low back pain: an evidence--based clinical practice guideline from the American Pain Society. Spine (Phila Pa 1976). 2009;34(10):1066-77.
4. Arnau JM, Vallano A, Lopez A, Pellisé F, Delgado MJ, Prat N. A critical review of guidelines for low back pain treatment. Eur Spine J. 2006;15(5):543-53.
5. Airaksinen O, Brox JI, Cedraschi C, Hildebrandt J, Klaber-Moffett J, Kovacs F, et al. Chapter 4 European guidelines for the management of chronic nonspecific low back pain. Eur Spine J. 2006;15 Suppl 2:S192-300.
6. Qaseem A, Wilt TJ, McLean RM, Forciea MA. Noninvasive Treatments for Acute, Subacute, and Chronic Low Back Pain: A Clinical Practice Guideline From the American College of Physicians Noninvasive Treatments for Acute, Subacute, and Chronic Low Back Pain. Ann Inter Med. 2017;166(7):514-30.
7. Chou R, Hufflman LH. Nonpharmacologic Therapies for Acute and Chronic Low Back Pain: A Review of the Evidence for an American Pain Society/American College of Physicians clinical practice guideline. An Int Med. 2007;147(7):492-504.
8. Shakoor MA, Rahman MS, Moyeenuzzaman M. Effects of deep heat therapy on the patients with chronic low back pain. Mymensingh Med J. 2008;17(2):S32-8.
9. Ahmed MS, Shakoor MA, Khan AA. Evaluation of the effects of shortwave diathermy in patients with chronic low back pain. Bangladesh Med Res Counc Bull. 2009;35(1):18-20.
10. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. Plos Medicine. 2009;6(7):e1000097._
11. Clarck HD, Wells GA, Huët C, McAlister FA, Salmi LR, Fergusson D, et al. Assessing the quality of randomized trials: reliability of the Jadad scale. Control Clin Trials. 1999;20(5):448-52.
12. Jadad AR, Moore RA, Carroll D, Jenkinson C, Reynolds DJM, Gavaghan DJ, et al. Assessing the quality of reports of randomized clinical trials: is blinding necessary? Control Clin Trials. 1996;17(1):1-12.
13. Downs SH, Black N. The feasibility of creating a checklist for the assessment of the methodological quality both of randomised and non-randomised studies of health care interventions. J Epidemiol Community Health. 1998;52(6):377-84.
14. Gibson T, Grahame R, Harkness J, Woo P, Blagrave P, Hills R. Controlled comparison of short-wave diathermy treatment with osteopathic treatment in non-specific low back pain. Lancet. 1985;325(8440):1258-61.
15. Wagstaff P, Wagstaff S, Downie M. A pilot study to compare the efficacy of continuous and pulsed magnetic energy (short-wave diathermy) on the relief of low back pain. Physiother. 1986;72(11):563-6.
16. Sweetman BJ, Heinrich I, Anderson JAD. A randomized controlled trial of exercises, short wave diathermy, and traction for low back pain, with evidence of diagnosis-related response to treatment. J Orthop Rheumatol. 1993;4(6):159-66.
17. Shields N, Gormley J, O'Hare N. Short-Wave Diathermy: A Review of Existing Clinical Trials. Phys Ther Rev. 2001;6(2):101-18.
18. Belanger AY. Evidence-based Guide to Therapeutic Physical Agents. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2002.
19. Kitchen S, Partridge C. Review of Shortwave Diathermy Continuous and Pulsed Patters. Physiother. 1992;78(4):243-52.
20. Rawe IM. The case for over-the-counter shortwave therapy: safe and effective devices for pain management. Pain Manag. 2014;4(1):37-43.
21. Al-Mandeel M, Watson T. An evaluative audit of patients' records in electrotherapy with specific reference to pulsed short wave therapy. Int J Ther Rehabil. 2006;13(9):414-9.
22. Al-Mandeel M, Watson T. The Thermal and Nonthermal Effects of High and Low Doses of Pulsed Short Wave Therapy (PSWT). Physiother Res Int. 2010;15(4):199–211.
23. Kerem M, Yigiter, K. Effects of continuous and pulsed short-wave diathermy in low back pain. Pain Clinic. 2002;14(1):55-9.
24. Durmus D, Ulus Y, Alayli G, Akyol Y, Bilgici A, Yazicioglu K, et al. Does microwave diathermy have an effect on clinical parameters in chronic low back pain? A randomized-controlled trial. J Back Musculoskelet Rehabil. 2014;27(4):435-43.
25. Teixeira MZ. Bases psiconeurofisiológicas do fenômeno placebo-nocebo: evidências científicas que valorizam a humanização da relação médico-paciente. Rev Assoc Med Bras. 2009;55(1):13-8.
26. Jayaram M, Kumar M, Raja R, Prashanta S, Rajeeva A, Veena J, et al. A comparative study of abdominal strengthening versus spinal extensors strengthening accompanied with SWD in reducing pain in chronic low back ache. J Evid Based Med. 2015;2(14):215-23.
27. Khan S, Shamsi S, Abdelkader S. Comparative Study of Short Wave Diathermy and Exercise Together and Exercise Alone in the Management of Chronic Back Pain. Int J Health Sci Res. 2013;3(9):7-14

CRIAÇÃO DE UM MODELO DE TREINAMENTO EM FLAVECTOMIA ENDOSCÓPICA DE BAIXO CUSTO

CREATION OF A LOW-COST ENDOSCOPIC FLAVECTOMY TRAINING MODEL

CREACIÓN DE UN MODELO DE ENTRENAMIENTO EN FLAVECTOMÍA ENDOSCÓPICA DE BAJO COSTO

Caroline Popovicz Nunes,[1] Álynson Larocca Kulcheski,[2] Paula Adamo de Almeida,[1] Edmar Stieven Filho,[2] Xavier Soler Graells[3]

1. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil.
2. Universidade Federal do Paraná, Departamento de Cirurgia, Curitiba, PR, Brasil.
3. Universidade Federal do Paraná, Hospital das Clínicas e Hospital do Trabalhador (HC-HT/UFPR), Curitiba, PR, Brasil.

RESUMO

Objetivo: O objetivo do estudo é o desenvolvimento de um simulador de baixo custo da técnica de flavectomia endoscópica da coluna lombar, para uso como método de ensino, com o propósito de tornar o treinamento endoscópico mais acessível. Métodos: Trata-se de um projeto de pesquisa descritivo, desenvolvido no Laboratório de Habilidades em Ortopedia do Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná. Para o desenvolvimento do simulador foram utilizados materiais de fácil acesso e baixo custo, como manequim de uso comercial, plástico EVA, canos de PVC e cobre. Resultados: Ao fim do projeto, foi possível construir o simulador da técnica de flavectomia endoscópica da coluna lombar com orçamento aproximado de 464 reais, aproximadamente 140 dólares. Conclusões: Concluímos que é possível construir um simulador da técnica de flavectomia endoscópica da coluna lombar com orçamento abaixo de meio salário mínimo, o que torna o treinamento mais acessível a acadêmicos, residentes e cirurgiões. ***Nível de Evidência V; Opinião do especialista.***

Descritores: Educação Médica; Métodos de Ensino; Coluna Vertebral; Treinamento por Simulação; Endoscopia.

ABSTRACT

Objective: The objective of the study was the development of a low cost simulator of the endoscopic lumbar spine flavectomy technique for use as a teaching method in order to make endoscopic training more accessible. Methods: The study was a descriptive research project conducted at the Orthopedic Skills Laboratory of the Health Sciences Department of the Federal University of Paraná. Easily accessible, low cost materials, such as a commercial-use mannequin, EVA plastic, PVC and copper tubing were used to develop the simulator.. Results: At the end of the project, it was possible to build a simulator of the endoscopic lumbar spine flavectomy technique with a budget of approximately 464 BRL, or approximately 140 USD. Conclusions: We concluded that it was possible to build an endoscopic lumbar spine flavectomy technique simulator on a budget of less than half a Brazilian minimum monthly wage, which makes training more accessible to academics, residents and surgeons. ***Level of Evidence V; Expert opinion.***

Keywords: *Education, Medical; Teaching Methods; Spine; Simulation Training; Endoscopy.*

RESUMEN

Objetivo: El objetivo del estudio es el desarrollo de un simulador de bajo costo de la técnica de flavectomía endoscópica de la columna lumbar para uso como método de enseñanza, con el propósito de hacer que el entrenamiento endoscópico sea más accesible. Métodos: Se trata de un proyecto de investigación descriptivo, desarrollado en el Laboratorio de Habilidades en Ortopedia del Sector de Ciencias de la Universidad Federal de Paraná. Para el desarrollo del simulador fueron usados materiales de fácil acceso y bajo costo, como maniquí de uso comercial, plástico EVA, caños de PVC y cobre. Resultados: Al fin del proyecto, fue posible construir el simulador de la técnica de flavectomía endoscópica de la columna lumbar con presupuesto aproximado de 464 reales, aproximadamente 140 dólares. Conclusiones: Concluimos que es posible construir un simulador de la técnica de flavectomía endoscópica de la coluna lumbar con presupuesto por debajo de medio salario mínimo, lo que hace que el entrenamiento sea más accesible para académicos, residentes y cirujanos. ***Nivel de Evidencia V; Opinión del especialista.***

Descriptores: *Educación Médica; Métodos de Ensino; Columna Vertebral; Entrenamiento Simulado; Endoscopía.*

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas a prática da cirurgia sofreu importantes modificações com o desenvolvimento de técnicas cirúrgicas minimamente invasivas. Essas técnicas tornaram-se uma tendência em muitos campos da cirurgia, inclusive na cirurgia da coluna vertebral.[1]

Kambin e Gellman foram os pioneiros na área procurando um meio de acesso menos invasivo às herniações do disco intervertebral lombar, introduzindo em 1983 o conceito de discectomia lombar endoscópica percutânea.[2] O procedimento foi então desenvolvido e popularizado, tornando-se uma importante abordagem para

Estudo realizado na Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil.
Correspondência: Caroline Popovicz Nunes. Av. Silva Jardim, 2389, Água Verde, Curitiba, PR, Brasil. 80220-040. carolpopovicz@gmail.com

http://dx.doi.org/10.1590/S1808-185120201903227933

CC BY

Recebido em 26/08/2019 aceito em 25/11/2019

patologias da coluna devido às vantagens de um menor trauma tecidual podendo melhorar os resultados clínicos e reduzir as complicações pós-operatórias.[3]

Concomitantemente ao desenvolvimento de tais técnicas, é necessária a elaboração de métodos de ensino e treinamento para o desenvolvimento das habilidades utilizadas no procedimento videoscópico.[4] Desta maneira, os simuladores surgiram com o objetivo de tornar o processo de aprendizagem mais seguro e eficaz.[5] A simulação com espécimes de cadáveres é uma valiosa oportunidade de aprendizado dada a verossimilhança anatômica com a cirurgia real, contudo, as restrições éticas e disponibilidade limitam o uso.[6] Isto posto, a simulação utilizando modelos sintéticos surge como uma opção, possibilitando uma oportunidade de desenvolver habilidades em cirurgias videoscópicas.[7]

A discectomia lombar endoscópica percutânea, pela técnica interlaminar, apresenta uma curva de aprendizado íngreme, devido à alta exigência técnica.[8,9] Os simuladores sintéticos disponíveis no mercado, para treino desta técnica, são de alto custo, pois há necessidade de uso de aparelhos de alta tecnologia, em geral importados, como monitor, câmera, fonte de luz e ótica, limitando o acesso ao treinamento.[6]

Nesse cenário, o objetivo do estudo é o desenvolvimento de um simulador acessível da técnica de flavectomia endoscópica da coluna lombar.

MATERIAIS E MÉTODOS

O modelo simulado é de uma coluna lombo-sacral masculina adulta. Foi utilizado um manequim de plástico bege, de uso comercial, de busto masculino com as dimensões de 67 cm de altura, 20 cm de largura e 35 cm de comprimento. O manequim foi serrado ao meio no sentido coronal, seguindo a linha axilar média. Na extremidade caudal foram fixadas duas dobradiças. (Figura 1)

Na lateral esquerda foram fixadas duas alças retas do tipo puxadores de 92 mm da cor preta, uma em cada metade do manequim. Nas porções proximais e distais do manequim foram fixados pés niveladores do tipo macho-fêmea de duas polegadas com parafusos. Na região proximal, os pés foram primeiros fixados a uma barra de alumínio de 14 cm, e então essa barra de alumínio foi fixada no pescoço. (Figura 2)

Na porção inferior desses pés foram adicionados pontos de cola quente com a função de antiderrapante. Para permitir o acesso do material de endoscopia, foi aberto um acesso circular de 25 mm de diâmetro, na região dorsal do manequim, na altura da transição de L5-S1 lado esquerdo. Esse acesso foi coberto por um quadrado de de 2x2cm, de EVA da cor bege, com uma abertura longitudinal, com o objetivo de simular a pele com a incisão. (Figura 3)



Figura 1. Visão da porção inferior da extremidade caudal do manequim, com as dobradiças.

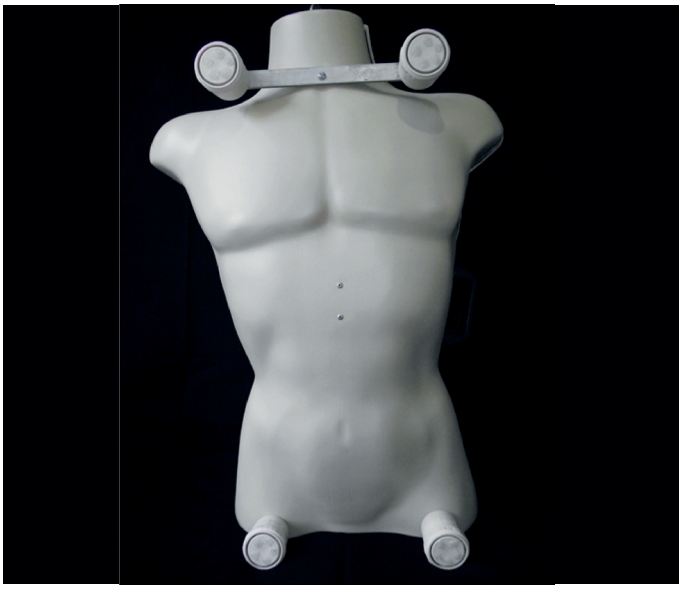

Figura 2. Visão da porção anterior do manequim, com a fixação dos quatros pés niveladores.



Figura 3. Visão da porção posterior do manequim, com o acesso na altura da transição de L5-S1 no lado esquerdo.

Para preenchimento do espaço interno do manequim foi utilizada espuma de densidade 23 com 10 cm de espessura. Foram utilizados dois paralelepípedos de 32x13x10 cm para a metade ventral do manequim. E para preenchimento da parte dorsal foi utilizado um paralepípedo de 38x31x10 cm, que foi recortado e moldado de maneira a permitir o encaixe da coluna em seu interior. (Figura 4)

Modelo da coluna

O modelo de coluna vertebral lombossacral utilizado, modelo EB-3012 da marca Astral Científica (Astral Cientifica Comercio De Produtos E Equipamentos LTDA, Curitiba, Paraná, Brasil), tem as dimensões aproximadas de 120x90x330 mm, e o peso de 775 g. Tal modelo é montado com uma haste metálica no seu interior, a qual foi preservada para fixação da coluna no manequim, para garantir imobilidade, a coluna foi colada nesta haste com uso de cola quente. A fixação distal dessa haste foi realizada com uma barra de alumínio com 20 mm de largura e 15 cm de comprimento que foi parafusada na porção central da parede caudal do manequim. Já a fixação proximal foi realizada com uma cantoneira de alumínio

de 23 cm, dobrada em forma de "L", com 5 cm, para permitir aparafusamento na parede do manequim e encaixe da haste da coluna na parte superior da cantoneira. (Figura 5)

Ligamento Amarelo

O modelo de ligamento amarelo foi confeccionado com papel de EVA da cor amarela, cortado com 8 cm de largura por 11 cm de comprimento. (Figura 6) Para fixar o ligamento amarelo na coluna foi necessário pregar quatro pregos de aço de no modelo de coluna. Dois deles no sacro, um ao lado da crista sacral lateral esquerda entre o primeiro e segundo forames sacrais posteriores. Dois deles no lado esquerdo de L4, um no processo transverso, outro na lâmina.



Figura 4. Visão do espaço interno do manequim preenchido pela espuma.

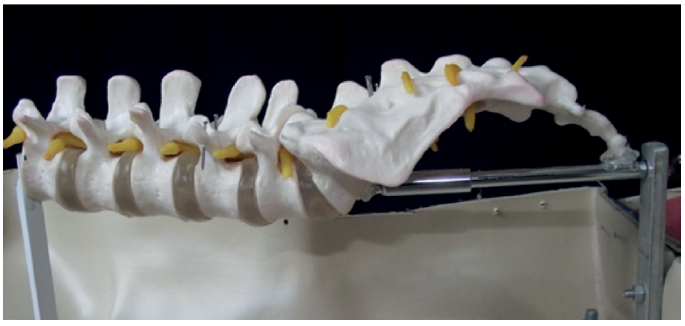

Figura 5. Visão lateral do modelo de coluna vertebral com sacro, já fixada ao manequim.

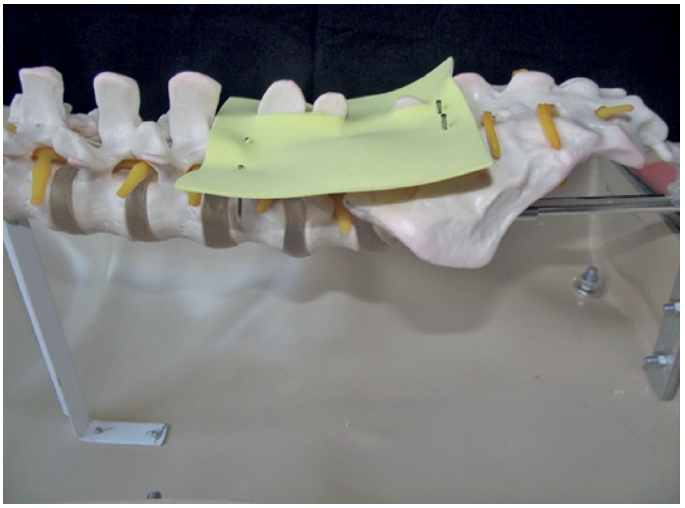

Figura 6. A: Visão lateral do modelo de ligamento amarelo, já encaixado na coluna vertebral; B: Visão superior.

Endoscópio

Para a camisa de trabalho foi utilizado um cano de PVC de 15 mm de diâmetro por 11 cm de comprimento, sendo que uma das extremidades foi cortada com um ângulo de 45º. Na porção superior desse cano foi acoplado uma conexão em "T" de PVC, conectado a um cano de 6 cm em sua comunicação lateral. (Figura 7)

Para o endoscópio foi utilizado um cano de cobre de 10 mm de diâmetro e 18 cm de comprimento, sendo uma das extremidades cortada com um ângulo de 45º. (Figura 7) Nesse cano foram colados dois canudos de plástico de 5 mm por 20,5 cm utilizando silicone Polystic da cor branca. O cano foi então, acoplado a uma conexão em "T" de cobre de 15 mm de diâmetro, conectado a um cano de 5 cm em sua comunicação lateral. Em um dos canudos de plástico foi colada uma câmera de inspeção, do tipo sonda, com luz de LED e entrada USB, modelo SXT-5.0M da fabricante KKMOON.

Estes materiais somados têm o valor aproximado de 73 reais (aproximadamente 22 dólares).



Figura 7. À direita a camisa de trabalho confeccionada com cano de PVC, e à esquerda o endoscópio confeccionado com cano de cobre.

RESULTADOS

O simulador para a técnica de flavectomia endoscópica da coluna lombar foi construído utilizando materiais de fácil acesso, com um orçamento abaixo de meio salário mínimo. Na Tabela 1 temos a descrição dos materiais e seus respectivos valores. Na Figura 8 temos o conjunto final, com o simulador em uso. E na Figura 9 temos a imagem obtida pelo simulador durante a realização da flavectomia.

DISCUSSÃO

Técnicas cirúrgicas minimamente invasivas por videoscopia se tornaram uma tendência em muitas áreas da medicina, principalmente na cirurgia da coluna vertebral.[1] Sincronicamente ao desenvolvimento de tais técnicas foi necessária a elaboração de métodos de ensino e treinamento, uma vez que, estes demandam habilidades psicomotoras diferentes das utilizadas em cirurgias abertas.[4] Nesse contexto, surgem os simuladores sintéticos como opção para o ensino e treinamento, contudo, os modelos disponíveis no mercado ainda se mostram com valores elevados, limitando o acesso a essa modalidade de aprendizado.[10,11]

No presente estudo teve-se como meta desenvolver um simulador para a técnica de flavectomia endoscópica da coluna lombar utilizando materiais de fácil acesso e baixo custo, sendo possível a sua reprodução por qualquer profissional interessado. Ao fim do projeto, conseguimos construir o simulador com o orçamento abaixo de meio salário mínimo (total aproximado de 464 reais, aproximadamente 140 dólares), o que torna o treinamento mais acessível.

Tabela 1. Descrição dos materiais e seus respectivos valores.

Material	Valor
Modelo	
Manequim	R$36,00
Espuma	R$30,00
Pés niveladores	R$20,00
Alças tipo puxadores e dobradiças	R$5,00
Barra de alumínio	R$5,00
Parafusos e porcas	R$2,50
Modelo da coluna	
Coluna	R$288,00
Barra de alumínio	R$10,00
Cantoneira de alumínio	R$5,00
Parafusos e porcas	R$2,50
Ligamento amarelo	
EVA	R$1,60
Pregos	R$0,50
Endoscópio	
Cano PVC e conexão	R$5,00
Cano cobre e conexão	R$6,00
Silicone vedação	R$5,00
Canudo plástico	R$0,50
Câmera	R$42,00
Total	R$464,60

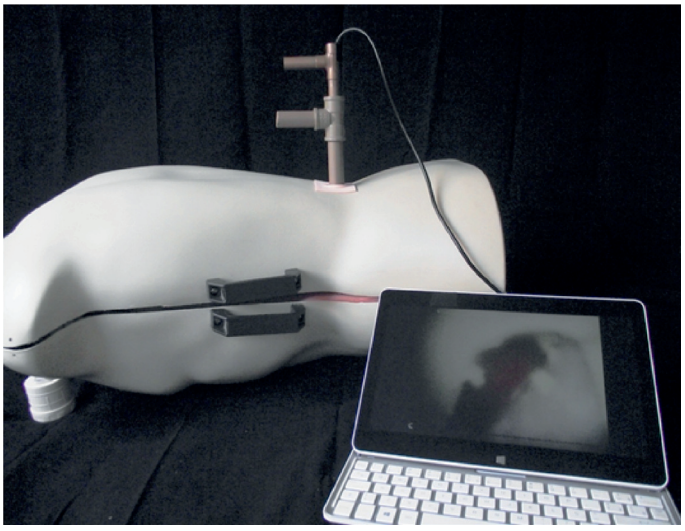

Figura 8. Conjunto final do simulador em uso.

Isso é importante uma vez que pesquisas mostraram que a simulação, se realizada uma única vez, não é suficiente para garantir um aprendizado adequado, mas sim se adotada como um treinamento progressivo baseado na repetição.[12] Até o momento da publicação desse artigo não existe na literatura trabalho similar, que busque o desenvolvimento de um simulador de cirurgia da coluna com materiais de fácil acesso para possibilitar sua reprodutibilidade. É possível encontrar apenas estudos sobre simuladores que são construídos como protótipos utilizando materiais sintéticos, caros na produção e sem possibilidade de reprodução por outras pessoas interessadas.[13]

Outra vantagem do simulador desenvolvido é sua portabilidade podendo ser facilmente transportado para treinamento em diversos lugares. Tal mobilidade pode incentivar e facilitar o processo de aprendizagem, assim como os computadores portáteis facilitaram o processo de ensino nas mais diversas áreas do conhecimento nos últimos anos.[14]

Os simuladores permitem o desenvolvimento de habilidades



Figura 9. Imagens obtidas pelo videoscópio durante a realização do procedimento de flavectomia no simulador.

motoras básicas e habilidades visuais e espaciais melhorando o desempenho do médico ao realizar um procedimento por videoscopia em um paciente real.[8] O treinamento se torna essencial uma vez que o campo de observação é limitado, e a capacidade de manipulação de instrumentos é reduzida.[4] Durante o desenvolvimento do simulador encontramos dificuldade em reproduzir fidedignamente o campo de visão e manipulação de matérias utilizando canos de cobre ou PVC, pois estes possuíam dimensões maiores que os instrumentos reais. Uma solução encontrada foi a introdução de canudos plásticos de uso comercial dentro do cano de cobre, para assim limitar a capacidade de manipulação dos materiais, similar ao que ocorre no procedimento cirúrgico. Não encontramos na literatura, até o momento da publicação desse artigo, um trabalho que desenvolveu um videoscópio para simulação de cirurgia minimamente invasiva da coluna, é possível, contudo, encontrar trabalhos sobre a construção de endoscópios em outras áreas. Por exemplo, um trabalho desenvolveu um simulador endoscópico de ventriculostomia utilizando uma câmera de boroscópio com luz LED, canudo de aço inoxidável e peças impressas por uma impressora 3D.[15] Apesar de um resultado final esteticamente mais fidedigno ao instrumento real, o uso da impressora 3D limita o acesso e a possibilidade de reprodutibilidade do simulador.

Os ligamentos amarelos são formados por faixas largas e amarelo-claras de tecido elástico, que unem as lâminas das vértebras adjacentes, eles são finos na região cervical tornam-se mais espessos na região lombar.[16] A sua reprodução foi uma parte importante do desenvolvimento do simulador, pois a flavectomia é o foco da simulação, e estudos já comprovaram que quanto mais realista for o simulador, melhor o ambiente de treinamento, e melhor a transferência de habilidades.[17] Para o nosso simulador, era essencial que o ligamento fosse o mais similar possível à estrutura real e, ao mesmo tempo, confeccionado de um material de fácil acesso. Para tanto foram testados diversos materiais como fitas de cetim, fitas de elástico e pedaços de EVA. Após alguns testes, incluindo a discussão com profissionais da cirurgia da coluna, concluiu-se que o EVA proporcionava uma reprodução adequada da estrutura real, com a grande vantagem de ser um produto de baixo custo e fácil acesso, permitindo fácil reposição do ligamento em cada sessão de treinamento de flavectomia. Na literatura não encontramos trabalhos que buscaram a reprodução específica do ligamento, é possível encontrar trabalhos sobre desenvolvimento de simuladores de punção lombar que abordam a resistência do ligamento à punção. Por exemplo, um trabalho projetou um simulador epidural para simular a perda de resistência e vários graus de resistência à pressão em cada tecido, e encontrou que a resistência à seringa de 1 mL simulou o ligamento amarelo.[18] Outro trabalho, procurou comparar um simulador feito de um bloco de resina de espuma de melamina e uma folha de borracha de látex, com um simulador feito

com um pedaço de lombo de porco e com um simulador comercial, encontrando resistência de inserção da agulha pelo ligamento amarelo semelhante.[19] Apesar desses achados, acreditamos que não seria viável adotar esses materiais no simulador, optamos assim pelo uso do EVA.

É difícil reproduzir partes moles de maneira realista mantendo propriedades similares à estrutura real, como a deformidade do tecido.[20] Ao longo do desenvolvimento do projeto tivemos o cuidado de buscar materiais que conseguissem reproduzir as estruturas anatômicas, entretanto a reprodução não é perfeita. Exemplo disso é a escolha do manequim de uso comercial, que tem o formato mais parecido com corpo humano, entretanto o plástico tem densidade e maleabilidade diferentes. Além disso, optamos por preencher o interior do manequim com espuma, para simular a musculatura e tecido subcutâneo, o que cumpriu a função de guiar o procedimento, porém não proporcionou uma reprodução perfeita das estruturas. Um trabalho que buscou o desenvolvimento de músculos artificiais para um simulador em cirurgia minimamente invasiva da coluna encontrou que a borracha de silicone apresentou feedback háptico adequado para a simulação.[21] Entretanto, como temos como objetivo o baixo custo, a fácil reprodutibilidade do simulador e o foco no procedimento específico da flavectomia endoscópica optamos por não utilizar o silicone, mas sim blocos de espuma, que são materiais mais acessíveis.

Outra limitação encontrada foi a impossibilidade de reprodução dos instrumentais cirúrgicos para realização do procedimento, como a tesoura e a pinça de preensão. Para a realização do procedimento de discectomia lombar endoscópica percutânea, o instrumental deve ter cerca de 165 mm por 5,6 mm, sendo que o canal de trabalho deve ter cerca de 4,1 mm, e os instrumentais como pinça e tesoura devem ter cerca de 3-4 mm.[22] Procuramos materiais que conseguissem substituir os instrumentais do procedimento, porém nenhum se mostrou suficientemente parecido. Para a reprodução da camisa de trabalho e endoscópio utilizamos canos de cobre e PVC que, embora apresentem dimensões maiores do que os utilizados na cirurgia, se mostraram efetivos na realização da simulação do procedimento no modelo.

Por fim, o uso deste simulador, como método de ensino, ainda precisa de validação, com o uso de um método eficiente e objetivo de avaliação, como por exemplo, o GOALS (*Global Operative Assessment of Laparaoscopic Skills),* utilizado para avaliar as habilidades cirúrgicas.[23]

CONCLUSÃO

É possível construir um simulador para a técnica de flavectomia endoscópica da coluna lombar utilizando materiais de fácil acesso, com um orçamento abaixo de meio salário mínimo.

Todos os autores declaram não haver nenhum potencial conflito de interesses referente a este artigo.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES: Cada autor contribuiu individual e significantemente para o desenvolvimento deste artigo. CPN: confecção do projeto, redação do artigo, análise dos dados. ALK: confecção do projeto, redação e revisão do artigo. PAA: revisão do artigo. ESF*: redação, revisão e conceito intelectual do artigo. XSG: revisão do artigo.

REFERÊNCIAS

1. AE, Veeravagu A, Oyelese AA, Gokaslan +3ZL. A Brief History of Endoscopic Spine Surgery. Neurosurg Focus. 2016;40(2):E2.
2. Kambin P, Gellman H. Percutaneous lateral discectomy of the lumbar spine. A preliminary report. Clin Orthop. 1983;174:127-32.
3. Ruetten S, Komp M, Merk HR, Godolias G. Full-endoscopic interlaminar and transforaminal lumbar discectomy versus conventional microsurgical technique: a prospective, randomized, controlled study. Spine (Phila Pa 1976). 2008;33(9):931–9.
4. Pedowitz RA, Esch J, Snyder S. Evaluation of a virtual reality simulator for arthroscopy skills development. Arthroscopy. 2002;18(6):E29.
5. Tashiro Y, Miura H, Nakanishi Y, Okazaki K, Iwamoto Y. Evaluation of skills in arthroscopic training based on trajectory and force data. Clin Orthop Relat Res. 2009;467(2):546–52.
6. Molin FFD, Mothes FC, Feder MG. Eficácia do aprendizado da videoartroscopia em modelos sintéticos. Rev Bras Ortop. 2012;47(1):83-91.
7. Frank RM, Erickson B, Frank JM, Bush-Joseph CA, Bach BR, Cole BJ, et al. Utility of modern arthroscopic simulator training models. Arthroscopy. 2014;30(1):121-33.
8. Unalan PC, Akan K, Orhun H, Akgun U, Poyanli O, Baykan A, et al. A basic arthroscopy course based on motor skill training. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2010;18(10):1395–9.
9. Wang H, Huang B, Li C, Zhang Z, Wang J, Zheng W, et al. Learning curve for percutaneous endoscopic lumbar discectomy depending on the surgeon's training level of minimally invasive spine surgery. Clin Neurol Neurosurg. 2013:115(10):1987–91.
10. Wills DP, Chapman PM. An efficient method for modelling soft tissue in virtual environment training systems. Stud Health Technol Inform. 2001;81:570-6.
11. McCarthy AD, Hollands RJ. A commercially viable virtual reality knee arthroscopy training system. Stud Health Technol Inform. 1998;50:302-8.
12. Arealis G, Holton J, Rodrigues JB, Sagkrioti M, Snow M, Hamlet M, et al. How to Build Your Simple and Cost-effective Arthroscopic Skills Simulator. Arthrosc Tech. 2016;5(5):e1039–47.
13. Adermann J, Geissler N, Bernal LE, Kotzsch S, Korb W. Development and validation of an artificial wetlab training system for the lumbar discectomy. Eur Spine J. 2014;23(9):1978–83.
14. de Almeida MEB. Tecnologias na Educação: dos caminhos trilhados aos atuais desafios. BOLEMA. 2008;21(29):99-129.
15. Garling R, Jin X, Yang J, Khasawneh AH, Harris C. Low-cost endoscopic third ventriculostomy simulator with mimetic endoscope. J Neurosurg Pediatr. 2018;22(2):137-46.
16. Moore KL. Anatomia Orientada para a Prática Clínica. 4ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2001.
17. Lehmann KS, Ritz JP, Maass H, Cakmak HK, Kuehnapfel UG, Germer CT, et al. A prospective randomized study to test the transfer of basic psychomotor skills from virtual reality to physical reality in a comparable training setting. Ann Surg. 2005;241(3):442–9.
18. Jeong SM, Choi JM, Kim JH, Yoo H, Lee S, Seo H, et al. A proposal of a simple epidural simulator for training novice anesthesiologists. J Anesth. 2016;30(4):591–5.
19. Naemura K, Sakai A, Hayashi T, Saito H. Epidural insertion simulator of higher insertion resistance and drop rate after puncture. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc. 2008;2008:3249-52
20. Stroem P, Hedman L, Saerna L, Kjellin A, Wredmark T, Fellaender-Tsai L. Early exposure to haptic feedback enhances performance in surgical simulator training: a prospective randomized crossover study in surgical residents. Surg Endosc. 2006;20(9):1383–8.
21. Hollensteiner M, Fürst D, Augat P, Schrödl F, Esterer B, Gabauer S, et al. Characterization of an artificial skull cap for cranio-maxillofacial surgery training. J Mater Sci Mater Med. 2018;29(9):135.
22. VERTEBRIS Lumbar-Thoracic. Full-endoscopic Spinal Instrumentation. Catálogo comercial da empresa Richard Wolf. [Acesso em 13 mar. 2018] Disponível em: http://www.richard-wolf.com/broschueren/Spine/B_756_VERTEBRIS_lumbal-thorakal_IV16_en_web.pdf
23. Vassiliou MC, Feldman LS, Andrew CG, Bergman S, Leffondré K, Stanbridge D, et al. A global assessment tool for evaluation of intra operative laparoscopic skills. Am J Surg. 2005;190(1):107-13.