

ESTUDO DOS IMPLANTES METÁLICOS PARA COLUNA VERTEBRAL

P. Monnerat^{1*}, L. V. P. C. Lima, L. C. R. Aliaga

Instituto Politécnico – Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Rua Bonfim, 25, Vila Amélia, CEP: 28625-570. Nova Friburgo, RJ - Brasil.

[*paulapachecomonnerat@gmail.com](mailto:paulapachecomonnerat@gmail.com)

RESUMO

A coluna vertebral humana sustenta a parte superior do corpo e permite mobilidade. Patologias e fraturas nessa estrutura podem comprometer a qualidade de vida do paciente. A cirurgia pode ser recomendada e implantes podem estabilizar estruturalmente a coluna. Este trabalho compara diferentes tipos de materiais metálicos usados nestes implantes, através de um estudo bibliográfico. Confirmou-se que os materiais mais utilizados são as ligas de titânio, as ligas de cobalto e os aços inoxidáveis. As primeiras têm um preço mais elevado, porém são mais adequadas em relação ao módulo de elasticidade. Já as segundas possuem maior resistência ao desgaste e a vida a fadiga é menos sensível a presença de entalhe. Os aços inoxidáveis apresentam boa disponibilidade e baixo custo. O esclarecimento do comportamento dos implantes metálicos em relação ao tipo de material pode auxiliar cirurgiões, fabricantes de implantes e pacientes a fazerem melhores escolhas para o tratamento.

Palavras-chave: coluna vertebral, implantes metálicos, propriedades mecânicas.

INTRODUÇÃO

A coluna vertebral humana tem como funções a transferência dos esforços e momentos aplicados pela parte superior do corpo até a pélvis, proteger a medula espinhal e, ao mesmo tempo, permitir amplitudes de movimento entre os conjuntos cabeça-tronco e pélvis (1). Esta estrutura osteoarticular é composta de 33 vértebras e articulações entre as mesmas (2), sendo que em um sujeito normal, esta

apresenta curvas naturais no plano sagital. Curvas acentuadas no plano frontal ou no plano axial da coluna podem caracterizar patologias (2). A articulação entre cada par de vértebras adjacentes compreende diversos ligamentos, disco intervertebral e articulações facetárias que possuem a função de estruturar a coluna mantendo amplitudes de movimentos da mesma (1).

Problemas relacionados à coluna vertebral podem alterar a qualidade de vida do ser humano. A dor é o sintoma mais comum e pode atingir vários locais e em diversos níveis de intensidade, desde desconfortável até inóspita, e com diferentes durações (3). Além disso, o pinçamento de nervos causa déficits neurológicos, como a alteração na sensibilidade e a perda de força (3).

Dentre as diversas patologias que podem acometer a coluna vertebral, pode-se citar a espondiloartrose, a hérnia de disco, as infecções, as deformidades, como a escoliose e a cifose, osteoporose, as fraturas e os tumores (3). Quando o bom funcionamento da coluna não pode ser obtido através de tratamentos conservadores, como medicações ou fisioterapia, um tratamento cirúrgico pode ser recomendado (4).

Em cirurgias, implantes ou próteses podem ser adicionados à coluna para reestruturá-la em suas funções. Tal reestruturação consiste muitas vezes em realizar a fusão de duas ou mais vértebras adjacentes (osteossíntese), ou corrigir curvaturas da coluna (cirurgias de escoliose ou de alinhamento postural).

Dentre diversas categorias de implantes disponíveis ao cirurgião, se destacam os implantes peliculares posteriores. O pedículo é uma das partes mais sólidas para fixação da vértebra (5). Os principais componentes desses tipos de implantes são parafusos, monoaxiais ou poliaxiais, hastes, conectores, ganchos, entre outros (6). Em relação aos implantes posteriores peliculares, apesar de uma ampla gama de tecnologias que são propostas, quase todos destes implantes são formados por materiais metálicos. Um cirurgião deve realizar várias decisões durante uma cirurgia, entre elas escolher o tipo e marca de implante, o que implicitamente implica numa escolha de material utilizado. Um conhecimento mais claro a respeito das propriedades dos materiais metálicos pode auxiliar casos clínicos a evitar remoções e substituições de implantes. A substituição de implantes ainda é frequente, principalmente pelo desgaste, corrosão e falhas mecânicas, e demanda mais cirurgias e utilização de matéria-prima (7).

Este artigo trata de uma revisão de literatura para comparar diferentes tipos de materiais metálicos utilizados nestes implantes. Tal revisão pode ajudar cirurgiões, pacientes e fabricantes de implantes a esclarecer quais materiais são mais indicados para cada caso e quais são os riscos relacionados aos tipos de material. Assim, a partir de uma melhor seleção, seja no momento de produção dos implantes ou nas operações cirúrgicas, pode ser possível melhorar resultados clínicos e o desenvolvimento desses dispositivos.

MÉTODOS

Para realizar tal revisão da literatura, livros a respeito de biomateriais ortopédicos e materiais metálicos foram previamente consultados por especialistas tanto da área de materiais, biomecânica e graduanda em engenharia mecânica. Também foi realizada uma pesquisa a respeito dos tipos de materiais mais utilizados no mercado por meio de pesquisa de informações de empresas, literatura técnica, conversa com cirurgiões e revistas eletrônicas de divulgação científica. Após a escolha dos materiais a serem estudados, assim como as questões abordadas, uma pesquisa mais precisa destes pontos foi realizada utilizando base de dados da biblioteca americana de medicina o PubMed. O material foi reunido, estudado e discutido entre os autores envolvidos antes da síntese do presente artigo.

RESULTADOS

Os metais mais utilizados em implantes posteriores pediculares encontrados foram os aços inoxidáveis (316L e 317L), titânio puro e sua liga Ti-6Al-4V e liga de cobalto, notavelmente o Cobalto-Cromo (CoCr).

Também foi observado que os problemas pós-cirúrgicos mais comuns de implantes com esses tipos de materiais podem ser divididos em duas categorias: a) imunológicos e bioquímicos – que estão relacionados com a biocompatibilidade e corrosão; b) problemas biomecânicos – que também apresentam influência da corrosão, assim como problemas relacionados com falha dos implantes ou a ausência de osseointegração no caso de fusões vertebrais. Visto estes resultados, a discussão abordará aspectos sobre as três ligas: biocompatibilidade, corrosão, falha mecânica e osteointegração.

DISCUSSÃO

O titânio e suas ligas, aços inoxidáveis e as ligas a base de cobalto

- Aços Inoxidáveis

Os aços inoxidáveis têm esse nome devido a sua capacidade de se passivar. Essa característica advém da adição de, no mínimo, 10,5% em peso de cromo. Contudo, a base dessa liga é o ferro (8).

No Brasil, implantes em aços inoxidáveis são muito requisitados devido a seu baixo custo, sendo o mais barato dos três materiais aqui apresentados (7). Ao todo, 1% da tonelagem desse aço vai para aplicações médicas, para qual, o material tem que passar por rotas especiais de produção quando são implantes ou próteses (8).

Entre suas principais vantagens estão a facilidade de usinagem e deformação plástica, facilitando a fabricação. Além disso, têm excelentes propriedades mecânicas, mas somente quando trabalhados a frio (9). Entre suas desvantagens, pode-se destacar a sua rigidez, uma vez que seu módulo de elasticidade é alto, em torno de 205GPa (8). Para minimizar esse processo prejudicial ao osso e ao implante, cimento ósseo é utilizado na fixação (7).

Ademais, os aços inoxidáveis, em sua maioria, têm acréscimo de níquel para melhorar a resistência à corrosão e algumas outras propriedades. Esse elemento é bem delicado, uma vez que muitas vezes causa reações alérgicas a pacientes. Novas ligas com baixa quantidade de níquel e adição de outros elementos, para manter as boas propriedades, estão sendo desenvolvidas para acabar com essa desvantagem. Porém, outra inconveniência desse material é o aumento da liberação de íons para tecidos próximos ao implante, por conta da sensibilidade que ele causa ao corpo em relação a corrosão que ocorre nos interstícios (9).

- Titânio e suas ligas

O titânio é o nono material mais abundante no mundo (10). Esse material puro tem uma biocompatibilidade altíssima, mas propriedades mecânicas não muito boas para a produção de próteses e implantes. Em suas ligas, essa vantagem tem uma queda, mas suas propriedades mecânicas são bem superiores (11).

É o material de maior resistência à corrosão e resistência mecânica dos três. Além disso, tem uma vantagem considerável em relação às ligas a base de cobalto e os aços inoxidáveis: seu módulo de elasticidade é o que mais se assemelha ao do

osso, variando entre 105 a 125GPa (7). Apesar da grande discrepância, é o material com menor módulo de elasticidade dos comparados, podendo assim regular melhor a distribuição de carga entre o implante posterior e a coluna anterior através da escolha de uma haste longitudinal mais ou menos espessa (12). É, também, um material de baixa densidade (7).

Porém, esse material tem baixa resistência ao desgaste, quando comparado às ligas a base de cobalto. Essa desvantagem pode ser melhorada com o processo de deposição de íons (7). Além de tudo, o titânio apresenta um custo mais alto (9). Porém, gera menos sinal de interferência em exames radiológicos, como a Tomografia Computadorizada e a Ressonância Magnética, por ter propriedades ferromagnéticas boas (10). Entre elas mesmas, as ligas mais utilizadas são as de duas fases ($\alpha+\beta$) pois, apesar de serem mais sensíveis a corrosão por atrito e serem de difícil usinagem, são as que apresentam melhores propriedades mecânicas e são menos passíveis à corrosão (9).

- Ligas a base de Cobalto

Foram as primeiras ligas a serem desenvolvidas e utilizadas na fabricação de implantes e próteses, na década de 1930 (8). Em comparação aos aços inoxidáveis, são mais resistentes mecanicamente e menos sujeitas à corrosão (8). Além disso, em comparação aos três materiais, são as mais resistentes ao desgaste, o que pode estender o tempo de utilização. Também têm boas propriedades mecânicas, como altas resistências à tração, fratura e fadiga (9). Porém, têm a pior osseointegração por causa de seu alto módulo de elasticidade, em torno de 240GPa, tornando esse material muito rígido (8). Nesse caso, a utilização de cimento ósseo também é válida (7).

São divididas em duas categorias: as ligas de fundição e as forjadas. Ambas satisfazem em relação ao trio de características necessárias: boa biocompatibilidade, boa resistência à corrosão e propriedades mecânicas adequadas. Contudo, o primeiro grupo depende minuciosamente de sua produção, uma vez que qualquer defeito, como micro cavidades e fissuras, altera prejudicialmente suas características. O segundo já é mais novo e tem como desvantagens o alto custo, a tecnologia complexa e a presença de níquel, geralmente. Porém, as ligas a base de cobalto mais utilizadas ultimamente, pertencem a esse grupo (9).

Biocompatibilidade

Biomaterial pode ser definido como aquele que responde de maneira apropriada e esperada em relação a sua aplicação no interior do corpo humano, por um período de tempo (7).

Portanto, o biomaterial tem que ter certas características básicas: não ser cancerígeno, ou seja, não ser passível de causar desordem na formação e no crescimento de células; Não ser tóxico, não causar efeitos nocivos ao corpo, como irritações, infecções ou alergia; Não ser antigênico, não deve ser identificado ou tratado pelo organismo como um corpo desconhecido; Não ser trombogênico, não causar coagulação do sangue no interior de um vaso sanguíneo; E não ser mutagênico, não causar mutações genéticas (7).

Para atingir tais características, os biomateriais tem que ter uma junção de propriedades físicas, químicas, biológicas e mecânicas adequadas. Entre elas podemos destacar: uma alta resistência à corrosão e à degradação, alta resistência ao desgaste e à fadiga para aguentar cargas cíclicas (8). Todas essas características em conjunto acabam restringindo os tipos de materiais que podem ser utilizados em implantes no corpo humano.

Mesmo assim, um material biocompatível pode ter um comportamento não esperado devido a variação interindividual de pacientes em relação a diversos fatores: sexo, faixa etária, peso, ser fumante ou alcoólatra. Portanto, considera-se que a biocompatibilidade não é uma propriedade intrínseca (8).

A biocompatibilidade é um requisito imprescindível para metais que devem ser utilizados na produção implantes. Para a fabricação, algumas outras condições são necessárias de serem cumpridas, como, por exemplo, boas propriedades mecânicas, como ductilidade, elasticidade, tensão de escoamento, resistência mecânica, rigidez, e a facilidade na usinagem, ou seja, métodos de produção viáveis, esterilização eficaz e boas técnicas para obter superfícies formidáveis e textura (8).

Quando o material não suporta as cargas dinâmicas ou as condições agressivas do corpo, reações negativas acontecem em níveis físico-químico, molecular e celular (6). A primeira rejeição acontece, normalmente, no local que o implante foi aplicado, causando, também, inflamação dos tecidos envoltos. Dores

fortes e hematomas surgem devido a esse primeiro fato. Logo, infecções por outras partes do corpo começam a ocorrer, sendo a segunda rejeição (7).

Corrosão

A degradação, dissolução ou corrosão do implante pode liberar íons ou moléculas que são prejudiciais ao organismo, afetando a saúde do paciente. Tais fatos acontecem mesmo quando o material é considerado biocompatível (13), podendo ser amenizados com revestimentos de superfície com hidroxiapatita, por exemplo (13). O pH do meio também pode influenciar na corrosão do implante, mesmo que este tenha pouca variabilidade interindividual (em torno de 7,3). Em áreas machucadas o meio pode se acidificar e chegar a um pH próximo 5.0. (14). Implantes na coluna devem apresentar uma baixa taxa de corrosão para não resultar vários aspectos negativos para o organismo. Tal taxa deve ser inferior a 0,00025 milímetros por ano (8).

- Implantes compostos por ligas de titânio e aço inoxidável

Alguns implantes podem apresentar mais de dois tipos diferentes de materiais em conjunto. As diferenças de eletronegatividade entre ligas de titânio e aço inoxidável podem deixar cirurgiões hesitantes pelo risco de corrosão galvânica, porém não são apresentados na literatura artigos que mostram tal tipo de corrosão em implantes na coluna (15). Compara-se, também, a associação de diferentes materiais em ensaios de resistência a fadiga para uma mesma geometria de implante (15). Ensaios de resistência à fadiga já foram realizados de maneira imersa numa solução tampão fosfato-salino (pH 7.4) numa temperatura de 37°C utilizando um esforço senoidal de 300N numa frequência de 5Hz até 5 milhões de ciclos. As configurações estudadas foram hastes de aço inoxidável misturadas com componentes em aço inoxidável (SS-SS) e titânio (SS-Ti) e outros dois tipos de instrumentos com hastes de titânio e componentes em aço inoxidável (Ti-SS) e em titânio (Ti-SS). Apesar de nenhum implante ter apresentado falha no ensaio, a configuração SS-SS apresentou sinais muito maiores de corrosão quando comparada com SS-Ti e Ti-SS. A configuração Ti-Ti mostrou sinais muito menores de corrosão apenas detectados por microscopia eletrônica SEM e espectroscopia de raios X por dispersão de energia (EDS). Os resultados mostram que o potencial galvânico entre os diferentes metais não causa um efeito significativo na corrosão,

porém os ensaios foram realizados numa solução salina de pH 7.4 e o potencial para a corrosão pode ser alterado em casos de pacientes que apresentem resposta inflamatória e localmente o pH do meio seja alterado. De acordo com os resultados de Serhan, desconsiderando possíveis alterações de pH, é preferível utilizar implantes SS-Ti que instrumentos totalmente em aço inoxidável (15).

Stress-shielding

Todavia, outro cenário muito discutido sobre próteses e implantes é a chamada blindagem do osso, no inglês: *stress shielding*. Nessa conjuntura, aplica-se a Lei de Wolff, que diz “Toda alteração no formato e na função dos ossos ou somente de sua função é seguida por certas alterações, definidas na sua arquitetura interna, e igualmente em sua conformação externa”. A blindagem representa a diminuição da aptidão do osso para suportar carga devido a diferenças muito grandes de módulo de Young dessa estrutura e do implante. Tal parâmetro mecânico também pode ser chamado de módulo de elasticidade e representa a medida de rigidez de um material. Por causa dessa discrepância, o dispositivo passa a sustentar mais carga que o osso em relação a divisão de esforços, que perde atividade. Ocorre, então, a remodelação óssea que deteriora a qualificação, causa perda de massa e pode até resultar em osteoporose. Portanto, como o osso tem módulo de elasticidade muito baixo em relação a metais, é vantagem de um material tê-lo o mais próximo possível, pois isso prolonga o tempo de utilização do implante (16).

Falhas mecânicas

Um material também pode ser mais suscetível a falhas por fadiga, principalmente na presença de um defeito superficial. Comparou-se a resistência a fadiga de 3 tipos de hastes diferentes: aço inoxidável, titânio puro comercial e liga de titânio (17). Em tal estudo, hastes de titânio comercial e liga de titânio com entalhes vindos do modelador cirúrgico falharam assim como hastes de titânio puro comercial falharam quando os conectores foram removidos. Logo para se utilizar ligas de titânio é recomendável tomar cuidado ao realizar a modelagem da haste durante a cirurgia. Já resistência a fadiga da liga Ti6Al4V com o 316L quando comparadas tem como conclusão que o Ti6Al4V apresenta características superiores porém também apresentou uma maior sensibilidade ao entalhe que pode ser resultado tanto do

modelamento da haste como do projeto do conector entre o parafuso e a haste longitudinal (18).

Outros autores também chegaram à conclusão que a vida a fadiga do titânio ou ligas de titânio tem a vida reduzida (19). A maior vantagem de ligas de base de Cobalto é sua resistência a fadiga mesmo quando o mesmo é modelado. Sendo assim, pode-se comprovar que a resistência a fadiga do CoCr é superior ao titânio em diversos níveis.

Diferentes ligas metálicas e casos clínicos

A Tabela 1 resume as características e propriedades aproximadas dos três materiais aqui avaliados.

Tabela 1: Comparação de propriedades e características entre os aços inoxidáveis, o titânio e suas ligas e as ligas a base de cobalto (6) (11) (13,14).

	Aços Inoxidáveis	Titânio e suas ligas	Ligas a base de Cobalto
Módulo de Elasticidade (GPa)	~205	105-125	~240
Custo	Baixo	Alto	Alto
Resistência Mecânica	Mais baixa	Mais Alta	Alta
Resistência à Corrosão	Mais baixa	Mais Alta	Alta
Resistência ao Desgaste	Boa	Mais baixa	Mais Alta
Interferência em Exames Radiológicos	Maior	Menor	Maior

A correta seleção do implante, não apenas em relação ao material, mas também quanto ao tamanho e à forma, é de grande relevância para o sucesso da cirurgia e, conseqüentemente, do caso clínico. Portanto, podemos considerar essa decisão como uma das mais importantes no tratamento. Primeiramente, apesar de todos os três materiais serem considerados biocompatíveis, deve-se ressaltar que essa propriedade é delicada e não significa a perfeita aceitação do implante pelo corpo. Inflamações, liberação de substâncias tóxicas e a identificação como um corpo desconhecido a ser combatido são algumas das rejeições passíveis de ocorrência nesse caso (7),

A escolha de um material com baixa resistência à corrosão, como o aço, pode resultar em falhas ligadas a destruição do dispositivo por meio do ambiente agressivo que se encontra no interior do corpo humano, liberação de íons nocivos e necessidade de substituição do implante, o que implica uma nova cirurgia, fato prejudicial à saúde e ao bem-estar do paciente (13). Esse estrago do implante também pode ocorrer devido à baixa resistência ao desgaste, como em implantes compostos por titânio e suas ligas, de forma que a fixação e a durabilidade do dispositivo são afetadas (14).

Outra falha possível é a ausência do processo de osseointegração, ou seja, união física do implante ao osso, caso que está ligado ao processo de *stress-shielding* (16). A apuração de um material como as ligas a base de cobalto, que tem um módulo de Young com grande divergência em relação ao do osso, pode resultar na não aderência do implante, o qual gerará problemas se não for trocado.

Além disso, diversos tipos de falhas podem ocorrer devido a fatores como: não implementação das normas técnicas de qualidade, má qualidade dos materiais, erros em projetos, defeitos na produção ou uso impróprio (14).

Entre os diferentes materiais estudados, o titânio apresenta a vantagem de apresentar o menor módulo de elasticidade, assim a utilização deste em aplicações médicas favorece a osteointegração por uma melhor divisão das cargas solicitadas com a coluna anterior do segmento instrumentado (20). Porém, como foi visto por diferentes testes na literatura, este material pode ter sua vida a fadiga extremamente reduzida devido a presença de um entalhe no material. Desta forma, ao escolher o titânio, o cirurgião deve ter um maior cuidado nos momentos de modelar o material ou fixar os conectores. Assim, a partir de nossos estudos bibliográficos, é recomendado que em casos clínicos que o cirurgião deseja favorecer a osseointegração o cirurgião escolha implantes de titânio, enquanto em casos onde o implante terá muitas ações de modelagem, ligas de Cobalto-Cromo podem evitar que um possível entalhe da dobradeira francesa crie uma redução da vida a fadiga do implante.

CONCLUSÃO

Concluir-se que os materiais metálicos que podem compor um implante, atualmente, não satisfazem todos os requisitos e benefícios necessários. Uma liga perfeita seria uma mistura de propriedades de materiais. Ela poderia ter o módulo de elasticidade do magnésio, em torno de 45GPa, um dos metais que mais se assemelha ao do osso. E, também, ter a facilidade de fabricação dos aços inoxidáveis, a resistência ao desgaste das ligas de cobalto e a biocompatibilidade e a resistência à corrosão do titânio.

Dessa forma o contínuo desenvolvimento tecnológico ainda é necessário. A qualidade de vida, o conforto e a satisfação do paciente acometido de alguma patologia é a motivação para a pesquisa e o estudo de desenvolvimento de novos mecanismos e equipamentos.

REFERÊNCIAS

- (1) WHITE, A. A. E PANJABI, M. M., ***Clinical biomechanics of the spine***, Lippincott Philadelphia, 1990. Vol. 2.
- (2) DÂNGELO, J. G. E FATTINI, C. A., ***Anatomia humana e sistêmica e segmentar***, Atheneu, 2004.
- (3) PORTO, C. C., ***Semiologia Médica***, Rio de Janeiro : Guanabara Koogan, 2012.
- (4) PACHICANO, H. H. A. E TRUJILLO, A. R., ***Treatment of lumbar hernias by endoscopic nucleoplasty with radiofrequency***, SciELO Brasil, 2016, Coluna/Columna, Vol. 15, pp. 36-39.
- (5) LEHMAN, R. A., KUKLO, T. R. E O`BRIEN, M. F., ***Biomechanics of Thoracic Pedicle Screw Fixation. Part I: Screw Biomechanics***. Seminars in Spine Surgery. pp. Vol 14: 8-15, 2002.
- (6) DEFINO, H. L. A, DE PADUA, M. A E SHIMANO, A. C., ***Estudo Experimental da Aplicação das Forças de Compressão ou Distração sobre o Sistema de Fixação Pedicular***, Trabalho realizado no Departamento de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor.
- (7) RODRIGUES, L. B., ***Aplicações de biomateriais em ortopedia***, 2013, Estudos Tecnológicos em Engenharia, Vol. 9, pp. 63-76.
- (8) DAVIS, J.R., ***Handbook of Materials for Medical Devices***. 1ª Edição. Ohio : ASM International 310 p., 2003.

- (9) AMBROSIO, L., TANNER, E., ***Biomaterials for spinal surgery***, Elsevier, 2012.
- (10) **Bellabarba, C, Mirza, S.K e Chapman, J.R.** *Biomateriais e suas aplicações na Cirurgia da Coluna*.
- (11) AZEVEDO, C. R. F., ***Normalização de materiais metálicos para implantes cirúrgico: situação atual e perspectivas***. Rio de Janeiro, 2003. X Congresso Brasileiro de Quadril. Coleção de Vídeo das Apresentações do X Congresso Brasileiro de Quadril.
- (12) PIENKOWSKI, D., et al., ***Multicycle mechanical performance of titanium and stainless steel transpedicular spine implants***, 1998, Spine (Phila Pa 1976), Vol. 23, pp. 782-788.
- (13) DE MORAES, L.S., GUIMARAES, G.S., ELIAS, C.N., ***Liberação de Íons por Biomateriais Metálicos***. Maringá : s.n., 2007. Publicado na Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial. p. 7.
- (14) AZEVEDO, C.R.F E HIPPERT JR., E., ***Análise de falhas de implantes cirúrgicos no Brasil: a necessidade de uma regulamentação adequada***. Rio de Janeiro, 2002. Cad. Saúde Pública. pp. 18(5):1347-1358.
- (15) HASSAN, S., et al., ***Is galvanic corrosion between titanium alloy and stainless steel spinal implants a clinical concern?***, 2004, Spine J, Vol. 4, pp. 379-387.
- (16) POITOUT, D. G., ***Biomaterials Used in Orthopedics. Biomechanics and Biomaterials in Orthopedics***, Springer, 2004.
- (17) DICK, J. C., BOURGEAULT, C. A., ***Notch sensitivity of titanium alloy, commercially pure titanium, and stainless steel spinal implants***, 2001, Spine (Phila Pa 1976), Vol. 26, pp. 1668-1672.
- (18) CHEN, P.Q., et al., ***Mechanical performance of the new posterior spinal implant: effect of materials, connecting plate, and pedicle screw design***, 2003, Spine (Phila Pa 1976), Vol. 28, pp. 881--6; discussion 887.
- (19) COLLEEN, L., et al., ***The effects of rod contouring on spinal construct fatigue strength***, 2006, Spine (Phila Pa 1976), Vol. 31, pp. 1680-1687.
- (20) CHEN, C.S., et al., ***Failure analysis of broken pedicle screws on spinal instrumentation***, 2005, Medical engineering & physics, Vol. 27, pp. 487-496.

STUDY OF METTALIC IMPLANTS FOR SPINE

ABSTRACT

The human spine supports the upper body and ensures mobility. Pathologies and fractures in this structure can compromise the quality of life of the patient. The surgery can be recommended and implants can structurally stabilize the spine. The aim of this paper is to compare different types of metallic materials used in these implants. Through a bibliographic study, it was confirmed that the three most commonly used materials are titanium alloys, cobalt alloys and stainless steels. The first ones has a higher price, but are more suitable in relation to the modulus of elasticity. Meanwhile, the second ones have a higher wear resistance and life fatigue is less sensitive to the presence of notch. Stainless steels have good availability and low cost. Clarifying the behavior of metallic implants in relation to the type of material could help surgeons, implant manufacturers and patients to make better choices for treatment.

Keywords: spine, metallic implants, properties.