

# NOVAMag®

MAGNESIO RIASSORBIBILE SELEZIONE DEL MATERIALE

# o materials



# Origine della linea di prodotti NOVA**Mag**®

Ogni procedura di aumento osseo è unica e richiede l'uso di materiali con proprietà diverse. Fino ad oggi, la scelta era tra materiali meccanicamente forti e non riassorbibili, che rimangono permanentemente nel sito o vengono estratti con un secondo intervento chirurgico, o materiali riassorbibili che sono morbidi e durevoli o duri e fragili. Per soddisfare l'esigenza di un materiale per l'aumento riassorbibile che sia forte e durevole, è stato sviluppato la linea di prodotti NOVAMag<sup>®</sup>.

# Selezione del materiale

Il magnesio è un metallo biodegradabile con una lunga storia di utilizzo come materiale medico, la linea di prodotti NOVAMag® è la prima ad utilizzare questo materiale per l'odontoiatria rigenerativa.

I primi impieghi erano limitati dalla mancanza di conoscenze metallurgiche che impedivano di adattare le proprietà del magnesio alle caratteristiche ideali richieste per l'ingegneria tissutale. Per questo motivo non esistono altri prodotti dentali in magnesio sul mercato.

Grazie ai progressi della conoscenza metallurgica e della tecnologia, la linea di prodotti NOVAMag® è stata sviluppata da esperti. Ogni prodotto a base di magnesio NOVAMag® è stato perfezionato per fornire le proprietà ideali per l'aumento osseo e la rigenerazione dei tessuti nella cavità orale.

2

# Il magnesio come materiale medico

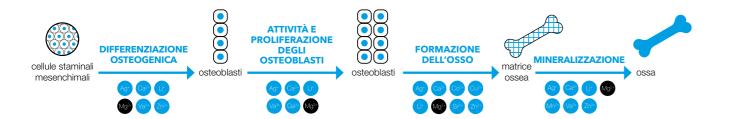
### **Storia**

Il magnesio metallico è utilizzato come materiale per impianti medici fin dalla fine del XIX secolo (Witte, 2010). Nel 1878, il medico Edward C. Huse utilizzò fili di magnesio come legatura per fermare le arterie radiali sanguinanti. La sua ricerca riportò eccellenti proprietà biocompatibili e la degradazione in situ dei fili di magnesio. Tuttavia, solo nel 1900 il magnesio fu impiegato nelle applicazioni muscoloscheletriche da Erwin Payr, che introdusse l'idea di utilizzare placche e lastre di magnesio nelle artroplastiche articolari.

Le prime ricerche cliniche sono state ostacolate dalle limitate conoscenze metallurgiche e dalla tecnologia. Ciò ha impedito al magnesio di diventare un materiale implantare importante.

# INFLUENZA DEGLI IONI METALLICI SUI PROCESSI BIOI OGICI

# Rigenerazione ossea



# Proprietà

### Meccaniche

Uno dei principali vantaggi dell'uso del magnesio metallico per la rigenerazione e la riparazione ossea è rappresentato dalle sue proprietà meccaniche. A differenza di altri impianti metallici che hanno una elevata rigidità, il magnesio ha una rigidità più simile a quella dell'osso umano (Chen, 2018; Riaz, 2018; Wang, 2012). Poiché il magnesio metallico è degradabile, inizialmente fornisce una struttura sicura durante il periodo critico di guarigione, dopodiché viene sostituito dall'osso nativo del paziente.

Rispetto ad altri materiali riassorbibili, come il collagene o i polimeri sintetici, il magnesio è intrinsecamente più forte. La maggiore resistenza meccanica del magnesio si traduce in una maggiore capacità di fissaggio della NOVAMag® fixation screw, nonché in una migliore stabilità e mantenimento dello spazio sotto la NOVAMag® membrane.

### Degradazione

Una volta impiantato nel corpo, il magnesio metallico si degrada naturalmente. Quando si degrada, il magnesio forma sali di magnesio che vengono poi riassorbiti dall'organismo (Agha et al., 2016). Molti dei sali di magnesio prodotti sono utilizzati in campo medico come antiacidi o come polvere nei dentifrici.

Durante il processo di degradazione, il magnesio metallico rilascia ioni di magnesio (Mg<sup>2+</sup>) che hanno molti effetti positivi nell'organismo, svolgendo un ruolo attivo nella produzione di ATP, negli impulsi nervosi, nella contrazione muscolare e nella crescita e salute delle ossa (Gröber, 2015; Wolf, 2003). Le influenze positive del Mg<sup>2+</sup> sulle ossa includono la stimolazione della loro crescita e il loro mantenimento (Glenske, 2018).

Poiché il corpo umano è sottoposto ad un regolare apporto naturale di ioni magnesio, ha una via consolidata per la sua escrezione nelle urine (Ternes, 2013). Di conseguenza, l'organismo può utilizzare questa via per eliminare gli ioni di magnesio in eccesso rilasciati durante la degradazione.

### Rigenerazione dei tessuti

I supporti di magnesio impiantati mostrano un'eccellente risposta tissutale, stimolando la crescita del tessuto osseo e la vascolarizzazione (Yazdimamaghani, 2017). Quando il magnesio metallico si degrada, rilascia ioni di magnesio (Mg<sup>2+</sup>), noti per i loro effetti positivi sulla crescita delle cellule ossee e per accelerare la guarigione dell'osso (Liu, 2018; Hieu, 2013). È stato dimostrato che gli ioni Mg<sup>2+</sup> aumentano l'attività metabolica degli osteoblasti e l'espressione delle proteine nelle cellule di derivazione ossea (Zreiqat, 1999).

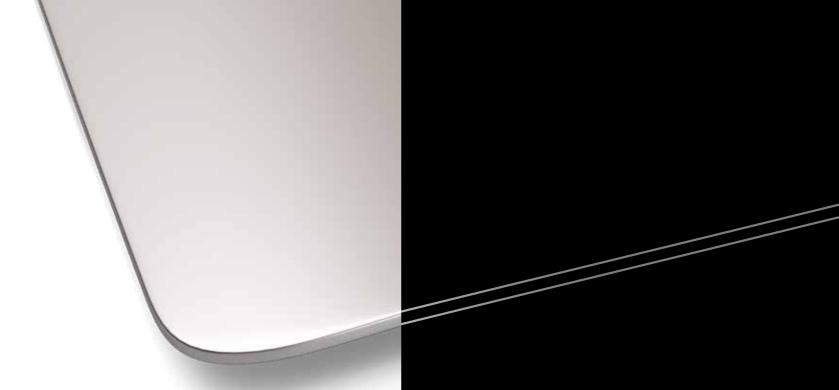
# Un materiale implantare ideale

Il magnesio ha molte proprietà benefiche per l'uso come materiale da impianto. La biocompatibilità del magnesio è stata dimostrata dal suo datato utilizzo in applicazioni mediche. Le sue proprietà di materiale rigido ma degradabile gli consentono di fornire una stabilità iniziale durante il periodo critico di guarigione, ma anche di degradarsi successivamente, evitando la necessità di rimuoverlo durante un ulteriore intervento chirurgico, riducendo così l'invasività e la morbilità del paziente. Quando si degrada, rilascia ioni di magnesio, elementi essenziali per il corpo umano, noti per i loro effetti positivi sull'osso.

L'insieme di queste proprietà rende il magnesio un materiale ideale per gli impianti e perfetto per le applicazioni di chirurgia rigenerativa dentale.

# Linea di prodotti NOVAMag®

Il magnesio metallico è ideale per la chirurgia rigenerativa. Offre la stabilità meccanica di una struttura metallica, pur consentendo una degradazione e un riassorbimento affidabili. I prodotti realizzati in magnesio metallico non devono essere rimossi, riducendo il numero di procedure chirurgiche, l'invasività e i tempi di consultazione. Questi fattori rendono la NOVAMag® membrane e la NOVAMag® fixation screw ideali per la chirurgia rigenerativa.



# $NOVAMag^{\mathbb{R}}$ membrane

La membrana di magnesio è forte ma duttile. Può essere tagliata a misura e modellata per trattare i singoli difetti ossei. Poiché la NOVAMag® membrane si riassorbe completamente pochi mesi dopo l'impianto, non è necessario un secondo intervento per rimuoverla.

### **INDICAZIONI**

- difetti ossei e difetti della parete ossea
- rialzo del seno mascellare
- aumento o ricostruzione della cresta per il trattamento protesico
- difetti di fenestrazione
- difetti ossei parodontali (difetti da una a tre pareti, difetti di forcazione)
- post-apicectomia, cistectomia, resezione di denti conservati e resezione di altre lesioni ossee
- alveoli estrattivi
- GBR in combinazione con l'inserimento di impianti immediati o ritardati

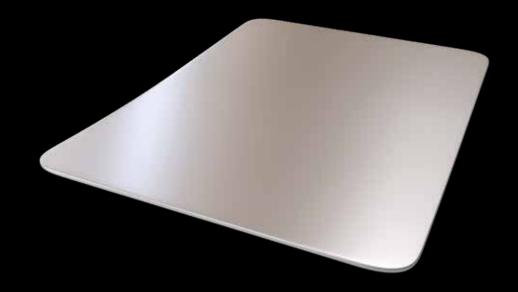
### **CONTROINDICAZIONI**

La NOVAMag® membrane non deve essere utilizzata in pazienti affetti da:

- infezioni acute nel cavo orale o infiammazioni acute o croniche nel sito d'impianto
- malattie generali in cui non si devono adottare misure stomatologiche, di CMF, implantologiche, parodontali o altri interventi chirurgici orali
- ipersensibilità nota a uno qualsiasi degli oligoelementi
- copertura inadeguata del sito del difetto con tessuto sano

# NOVAMag® membrane

NOVAMag® membrane è realizzata in puro magnesio. Grazie alle proprietà intrinseche del magnesio, la membrana è sia meccanicamente forte che degradabile. È ideale per proteggere le cavità dai difetti ossei durante la rigenerazione ossea e per mantenere la posizione dell'osso autologo e dei materiali da aumento osseo come il cerabone®.



Prodotto	Dimensioni	Quantità	Cod. art.
NOVA <b>Mag</b> ® membrane	S - 15 x 20 mm	1/ confezione	721520
	M - 20 x 30 mm	1/ confezione	722030
	$L - 30 \times 40 \text{ mm}$	1/ confezione	723040

# PROPRIETÀ DEL PRODOTTO

**Estrazione** 

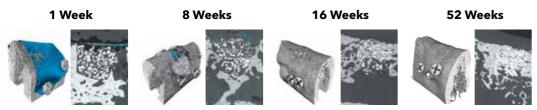
OrigineSinteticaComposizioneMagnesio (Mg)Spessore140 ± 20 μmFissaggioLa membrana deve essere completamente immobilizzata su entrambi i lati del difetto (oralmente e buccalmente) utilizzando la NOVAMag® fixation screw XS o altri sistemi di fissaggio disponibili in commercio, come viti in titanio o suture.Tempo di degradazioneRiassorbibile (entro 2-4 mesi)

Non necessaria (riassorbibile)

# UNA MEMBRANA RIASSORBIBILE PER UNA MINOR INVASIVITÀ

Una volta inserito, il magnesio inizierà a degradarsi rilasciando sali di magnesio che vengono poi riassorbiti dal corpo. La formazione di sali di magnesio ha un'ulteriore funzione di barriera che evita invasioni da parte del tessuto molle e conferisce a NOVAMag® membrane una seconda fase nel corso della sua durata (dati dell'archivio di botiss biomaterials GmbH). Esperimenti in-vivo hanno dimostrato che NOVAMag® membrane funge da barriera sontro il tessuto molle nella fase più critica del processo di guarigione, e il magnesio e i suoi derivati vengono riassorbiti completamente in un periodo di circa 8-16 settimane.

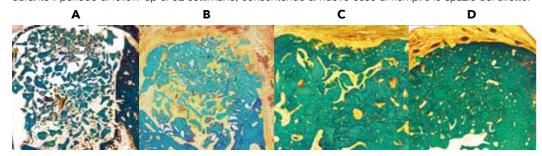
Immagini µCT mostrano che, una settimana dopp l'impianto appaiono macchie scure intorno alla membrana metallica NOVAMag® (fase metallica della membrana colorata) nelle immagini in sezione trasversale mostrate della Figura 2. Le macchie scure rappresentano la formazione di sacche di gas idrogeno che mantengono la separazione tra il tessuto molle e il tessuto duro. All'ottava settimana, la maggior parte dell'idrogeno sarà assorbita dal corpo, e alla sedicesima e cinquantaduesima settimana, le sacche di idrogeno non sono più visibili.



Degradazione di NOVAMag® membrane in vivo. La struttura metallica di NOVAMag® membrane è visibile in blu. La fase metallica e la fase dei sali della NOVAMag® membrane hanno mantenuto un'efficace effetto barriera durante il periodo critico di guarigione e hanno mantenuto la posizione del materiale di aumento.

# **OCCLUSIVA PER LE CELLULE**

Durante il periodo critico di guarigione, è importante che una membrana barriera isoli il difetto dalla crescita rapida dei tessuti connettivi ed epiteliali che altrimenti occuperebbero rapidamente lo spazio e limiterebbero la crescita ossea. I test in vivo hanno dimostrato l'eccellente prestazione della membrana NOVAMag® durante le chirurgie di GBR. La maggior parte del magnesio metallico si è degradata nelle prime 8 settimane dopo l'impianto, tuttavia la sua trasformazione in sali di magnesio e sottili tasche di gas idrogeno ha mantenuto una separazione dei tessuti molli e duri. Una separazione dei tessuti molli e duri è stata evidente ad ogni controllo durante il periodo di follow-up di 52 settimane, consentendo al nuovo osso di riempire lo spazio del difetto.



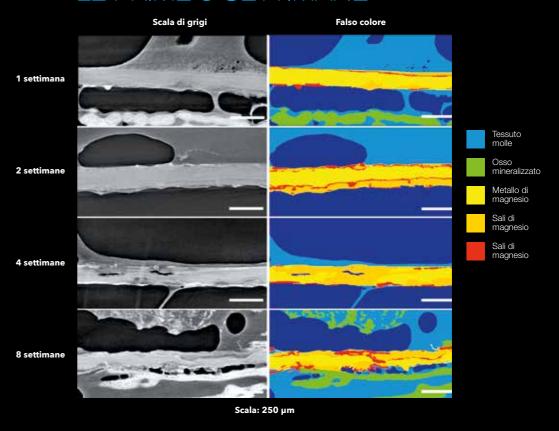
NOVAMag® membrane mantiene una barriera cellulare occlusiva che permette al nuovo osso di riempire il difetto vuoto. A) 1 settimana, B) 8 settimane, C) 16 settimane, D) 52 settimane.

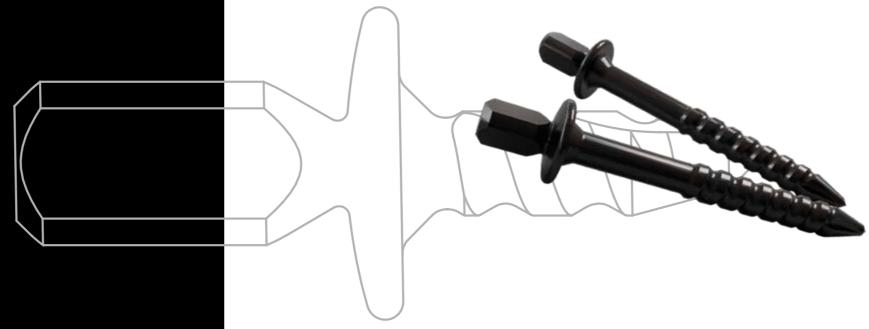
# IDEALE PER LA RIGENERAZIONE TISSUTALE

Il miglior risultato chirurgico (che coinvolge una membrana barriera) si ottiene con l'isolamento del difetto dai tessuti molli sovrastanti, consentendo la crescita di nuovo osso; il completo riassorbimento della membrana barriera; e la sostituzione della membrana con tessuto sano.

Durante un periodo di 4-8 settimane dopo l'impianto in vivo, la membrana NOVAMag® ha mantenuto una barriera, consentendo la crescita di nuovo osso e il riempimento del difetto. Si è degradata in modo tale che nessuno dei suoi sottoprodotti fosse rilevabile nel sito del difetto 52 settimane dopo il suo impianto. La membrana di magnesio è stata anche completamente sostituita da nuovo osso sano. Durante il riassorbimento del metallo di magnesio e dei sali di magnesio, è stato osservato che la membrana veniva circondata e poi sostituita da nuovo osso.

# DEGRADAZIONE DI NOVA**Mag® MEMBRANE** LE PRIME 8 SETTIMANE





# NOVAMag® fixation screw

Realizzate in una lega metallica di magnesio completamente riassorbibile e biodegradabile, le NOVAMag® fixation screws sono ideali per fissare membrane di barriera, innesti ossei e materiali per l'aumento dell'osso. Le viti di fissaggio sono disponibili in cinque misure per soddisfare tutte le esigenze di fissaggio.

Le NOVAMag® fixation screws possono essere utilizzate in combinazione con materiali di aumento come l'osso autogeno o il cerabone®. Le viti di fissaggio si riassorbono completamente circa un anno dopo l'impianto; quindi, non è necessario un secondo intervento per rimuoverle.

### **INDICAZIONI**

- difetti ossei e difetti della parete ossea
- rialzo del seno mascellare
- aumento o ricostruzione della cresta per il trattamento protesico
- difetti di fenestrazione
- chirurgia maxillo-facciale (da non utilizzare in combinazione con un sistema di placche per osteosintesi)
- difetti ossei parodontali (difetti da una a tre pareti, difetti di forcazione)
- apicectomia, cistectomia, resezione di denti conservati o resezione di altre lesioni ossee
- GBR in combinazione con l'inserimento di impianti immediati o ritardati

### CONTRAINDICAZIONI

Le NOVAMag® fixation screws non devono essere utilizzate in pazienti affetti da:

- infezioni acute del cavo orale o infiammazioni acute o croniche del sito implantare
- malattie generali per le quali non si devono adottare misure stomatologiche, CMF, implantologiche, parodontali o altri interventi chirurgici orali
- ipersensibilità nota al magnesio o a uno qualsiasi dei suoi elementi di lega, compresi rame, fluoro, ferro, manganese, nichel, ittrio, zinco e zirconio
- quantità e qualità dell'osso insufficiente per ancorare adeguatamente le NOVAMag<sup>®</sup> fixation screws
- copertura inadeguata del sito del difetto da parte di tessuto sano

14

# NOVAMag® fixation screw

La vite più piccola (NOVAMag® fixation screw XS) è appositamente progettata per fissare membrane come la NOVAMag® membrane, membrane di collagene come la Jason® membrane o la collprotect® membrane e membrane in PTFE non assorbibili come la permamem®.





# PROPRIETÀ DEL PRODOTTO

**Origine** Sintetica

**Composizione** Lega di magnesio

**Diametro** 1.0 mm (XS) o 1.4 mm (S, M, L, XL)

Lunghezza3.5 mm (XS), 7 mm (S), 9 mm (M), 11 mm (L), 13 mm (XL)ApplicazioneSeguire il protocollo di perforazione appropriato, come indicato

nelle istruzioni per l'uso della NOVAMag® fixation screw.

Tempo di Riassorbibile (entro 1 anno circa)

degradazione

**Estrazione** Non necessaria (riassorbibile)

Nota bene: per inserire correttamente le NOVAMag® fixation screws, è necessario anche il NOVAMag® connector (vedi pagina 17).

Prodotto	Dimensioni	Quantità	Cod. art.
NOVA <b>Mag</b> ® fixation screw	XS – 1.0 mm x 3.5 mm	2/ confezione	74100402
_	S - 1.4 mm x 7 mm	1/ confezione	74140701
	M - 1.4 mm x 9 mm	1/ confezione	74140901
	L - 1.4 mm x 11 mm	1/ confezione	74141101
	XL – 1.4 mm x 13 mm	1/ confezione	74141301

# VITI FIXATION SCREWS RIASSORBIBILI

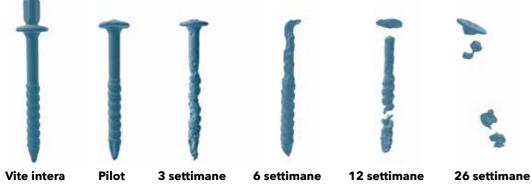
# PER UNA LIMITATA

La capacità di fissaggio delle NOVAMag® fixation screw si mantiene grazie ad una degradazione graduale durante la fase critica di guarigione. In un modello in-vivo, una NOVAMag® fixation screw XS si degrada nel giro delle prime 8 settimane, durante le quali la vite mantiene il fissaggio della membrana. Dopo un periodo di circa un anno, la vite continua a degradarsi fino a completo riassorbimento.



NOVAMag® fixation screw XS si degrada gradualmente nel giro di 16 settimane per fornire alla membrana un fissaggio sicuro.

A causa delle sue maggiori dimensioni, NOVAMag® screw XL mantiene la funzione di fissaggio per un periodo di tempo più prolungato rispetto a NOVAMag® fixation screw XS. Dalle 6 alle 12 settimane dopo essere state impiantate, le viti XL restano perlopiù intatte. Dopo circa un anno, non ci sono parti rimanenti delle viti.



NOVAMag® fixation screw (dalla S alla XL) si degradano gradualmente per fornire un fissaggio sicuro dei materiale per l'aumento osseo durante il periodo critico di guarigione.

# PRODOTTI DELLA **DEGRADAZIONE**

Mano a mano che il metallo magnesio si degrada, si trasforma in sali di magnesio e gas idrogeno. La composizione dei sali di magnesio include molti elementi importanti che costituiscono la base del nuovo osso che si svilupperà per sostituire le NOVAMag® fixation screw.

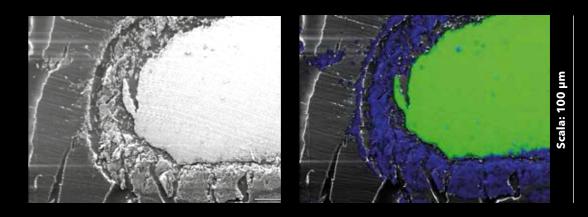


Figura 1: Immagine al SEM di una sezione trasversale di una NOVAMag® fixation screw in fase di corrosione, 6 settimane dopo l'impianto in vivo. Nell'immagine in falso colore, si può notare la transizione del magnesio metallico (verde) in sali di magnesio (blu) che risiedono in uno spesso strato intorno alla vite.

Elemento	Peso % dell'elemento	Errore del peso %	% atomi	Errore del peso %
P	14.96	± 0.21	9.52	0.14
Ca	12.92	± 0.35	6.35	0.17
Mg	7.57	± 0.14	6.14	0.12
F	1.95	± 0.10	2.19	0.12

Figura 2: spettroscopia EDX dei prodotti dalla corrosione delle NOVAMag® fixation screw.

# Strumentazione NOVA**Mag**®

Per facilitare le procedure chirurgiche che utilizzano la NOVAMag® membrane e/o la NOVAMag® fixation screw, botiss ha sviluppato una gamma di strumenti NOVAMag®.

# NOVAMag® scissors

Le NOVAMag® scissors hanno una lama arrotondata per creare un bordo liscio e curvo quando si taglia la NOVAMag® membrane. Le lame di alta qualità delle forbici offrono un bordo di taglio di lunga durata e risultati di taglio costanti.

Prodotto	Quantità	Cod. art.	
NOVAMag® scissors		BT1003	

# NOVA**Mag**® sculptor

Lo NOVAMag® sculptor è uno strumento versatile progettato specificamente per preparare la NOVAMag® membrane all'uso nelle procedure GBR. La sua forma e le sue dimensioni consentono all'utente di modellare la NOVAMag® membrane in modo semplice ed efficace.

Una volta tagliata la NOVAMag® membrane, l'estremità posteriore dell'impugnatura può essere utilizzata per smussarne i bordi. L'asta può essere utilizzata per piegare la membrana in una forma arrotondata per imitare la cresta da aumentare, mentre la punta può essere utilizzata per perfezionare i contorni della membrana per adattarla al profilo del sito di aumento. La punta può anche essere utilizzata per marcare i punti di fissaggio previsti quando la membrana viene posizionata sul difetto.

Prodotto	Quantità	Cod. art.
NOVAMag® sculptor	1/ confezione	BT1002

# NOVA**Mag**® drill rack

Il NOVAMag® drill rack può contenere le frese pilota 1.0, 1.2 e 1.35, la frese di precisione e le NOVAMag® fixation screws XS-XL.

Tra un'operazione e l'altra, il NOVAMag® drill rack consente di riporre e trasportare le frees in tutta sicurezza.

Durante l'operazione, le frese sono presentate in modo chiaro e facilmente accessibile, per facilitarne la selezione e il cambio. Il NOVAMag® drill rack facilita inoltre il fissaggio delle NOVAMag® fixation screws XS-XL al NOVAMag® connector.

Prodotto	Quantità	Cod. art.
NOVAMag® drill rack	1/ confezione	BT1004

# Fresa di precisione

La fresa di precisione è una fresa affilata e precisa ideata per preparare l'osso e la NOVAMag<sup>®</sup> membrane all'inserimento della NOVAMag<sup>®</sup> fixation screw XS. Un segno di profondità inciso al laser indica la profondità ottimale di perforazione necessaria per il corretto posizionamento della vite di fissazione.

Prodotto	Quantità	Cod. art.
Fresa di precisione	fresa 0.9 1/ confezione	BT2009

# Frese pilota 1.0, 1.2 e 1.35

Le frese pilota 1.0, 1.2 e 1.35 sono utilizzate per creare fori di inserimento per le NOVAMag® S-XL fixation screws. Le loro punte sono progettate per praticare fori di dimensioni precise, facilitando l'inserimento della vite senza comprometterne la stabilità.

Per facilitarne l'uso, il corpo di ogni fresa è inciso al laser con segni di profondità che corrispondono alle lunghezze delle rispettive NOVAMag® fixation screws. Ogni fresa è anche incisa con anelli a ciascuna estremità del gambo per facilitare l'identificazione della misura (1 anello per la fresa da Ø 1.0 mm, 2 anelli per la fresa da Ø 1.2 mm e 3 anelli per la fresa da Ø 1.35 mm). Per verificare la durezza dell'osso, è necessario praticare un primo foro con la fresa pilota da 1.0. Per le ossa morbide, è sufficiente una fresa da 1.2 mm. Per le ossa morbide dovrebbe essere sufficiente un foro di 1.0 mm di diametro, ma per i tipi di osso più duri potrebbe essere necessario l'uso della fresa pilota da 1.2 o 1.35.

Prodotto	Quantità	Cod. art.
Frese pilota	fresa 1.0, 1/ confezione fresa 1.2, 1/ confezione	BT2010 BT2012
	fresa 1.35, 1/ confezione	BT2013



Realizzato in PEEK di alta qualità per uso medico, il connettore è un dispositivo robusto e durevole in grado di trasferire la coppia di inserimento necessaria per posizionare in modo sicuro le NOVAMag® fixation screws.

Prodotto	Quantità	Cod. art.
NOVAMag® connector		74000

NOVA**Mag**® connector

Il NOVAMag® connector è un dispositivo monouso per ogni paziente, progettato per consentire il corretto inserimento delle NOVAMag® fixation screws XS - XL.



# NOVAMag® safety cutter

Dopo aver montato la NOVAMag® fixation screw S-XL, il NOVAMag® connector viene sganciato dalla vite, esponendo la parte superiore della vite. L'uso del safety cutter è il metodo più efficace Per creare una superficie liscia e piatta sulla testa e sicuro per rimuovere la parte superiore della della vite, la parte superiore della vite deve essere NOVAMag® fixation screw S-XL in situ. Tenendo rimossa con il NOVAMag® safety cutter. Il il forcipe chiuso, la parte superiore della vite viene NOVAMag® safety cutter è una pinza con una cavità integrata che trattiene la parte superiore della vite du- rimuoverla in modo sicuro dall'ambiente orale e di rante la rimozione.

trattenuta nella cavità del forcipe, consentendo di smaltirla.

Prodotto	Quantità	Cod. art.
NOVAMag® safety cutter	1/ confezione	BT1001

# NOVA**Mag**<sup>®</sup> steri WashTray

Il NOVAMag® steri WashTray contiene perfettamente tutti gli strumenti NOVAMag® in un formato concentrato e facilmente accessibile per la conservazione, il trasporto e la sterilizzazione.

Prodotto	Quantità	Cod. art.
NOVAMag® steri WashTray	1/ confezione	BT1005



# NOVA**Mag**® bundle

Per comodità, tutti i singoli strumenti NOVAMag® possono essere ordinati insieme utilizzando il NOVAMag® bundle. Il NOVAMag® bundle comprende il NOVAMag® steri WashTray, che contiene lo NOVAMag® sculptor, le NOVAMag® scissors, il NOVAMag® safety cutter e il NOVAMag® drill rack.

Prodotto	Quantità	Cod. art.
NOVAMag® bundle	1 x NOVAMag® steri Wash Tray 1 x NOVAMag® scissor 1 x NOVAMag® sciptor 1 x NOVAMag® safety cutter 1 x NOVAMag® drill rack	BT1006

# Referenze

\_Agha, N. A. et al. (2016) 'Magnesium degradation influenced by buffering salts in concentrations typical of in vitro and in vivo models', Materials Science and Engineering C. Elsevier B.V., 58, pp. 817-825. doi: 10.1016/j.msec.2015.09.067.

Chen, J. et al. (2018) 'Mechanical properties of magnesium alloys for medical application: A review', Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials. Elsevier Ltd, 87(September), pp. 68-79. doi: 10.1016/j.jmbbm.2018.07.022.

Glenske, K. et al. (2018) 'Applications of metals for bone regeneration', International Journal of Molecular Sciences, 19(3). doi: 10.3390/iims19030826.

Gröber, U., Schmidt, J. and Kisters, K. (2015) 'Magnesium in prevention and therapy', Nutrients, 7(9), pp. 8199–8226.

Hieu, P. D. et al. (2013) 'Evaluation of stability changes in magnesium-incorporated titanium implants in the early healing period', Journal of Craniofacial Surgery, 24(5), pp. 1552-1557. doi: 10.1097/SCS.0b013e318290264b.

Liu, W. et al. (2018) 'Mg-MOF-74/MgF2 composite coating for improving the properties of magnesium alloy implants: Hydrophilicity and corrosion resistance', Materials, 11(3). doi: 10.3390/ma11030396.

Riaz, U., Shabib, I. and Haider, W. (2019) 'The current trends of Mg alloys in biomedical applications—A review', Journal of Biomedical Materials Research - Part B Applied Biomaterials, 107(6), pp. 1970-1996. doi: 10.1002/jbm.b.34290.

Ternes, W. (2013) Biochemie der Elemente, Biochemie der Elemente. Springer Spektrum. doi: 10.1007/978-3-8274-3020-5.

Wang, Jiali et al. (2012) 'Surface modification of magnesium alloys developed for bioabsorbable orthopedic implants: A general review', Journal of Biomedical Materials Research - Part B Applied Biomaterials, 100 B(6), pp. 1691–1701. doi: 10.1002/jbm.b.32707.

Wolf, F. I. and Cittadini, A. (2003) 'Chemistry and biochemistry of magnesium', Molecular Aspects of Medicine, 24(1-3), pp. 3-9. doi: 10.1016/S0098-2997(02)00087-0.

Yazdimamaghani, M. et al. (2017) 'Porous magnesium-based scaffolds for tissue engineering', Materials Science and Engineering C. Elsevier B.V., 71, pp. 1253–1266. doi: 10.1016/j.msec.2016.11.027.

Zreigat, H., Evans, P. and Howlett, C. R. (1999) 'Effect of surface chemical modification of bioceramic on pheno- type of human bone-derived cells', Journal of Biomedical Materials Research, 44(4), pp. 389-396.doi: 10.1002/ (SICI)1097-4636(19990315)44:4<389::AID-JBM4>3.0.CO;2-O.

23





# Innovation. Regeneration. Aesthetics.

botiss biomaterials GmbH Hauptstr. 28 15806 Zossen Germania

Tel.: +49 33769 / 88 41 985 Fax: +49 33769 / 88 41 986

facebook: botissdental instagram: botiss\_dental

Rev.: BNMit-03/2024-07