

**SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA - ROMAGNA**
Istituto Ortopedico Rizzoli di Bologna
Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico



Dipartimento
RIZZOLI
Research, Innovation
Technology

Laboratorio di NanoBiotecnologie (NaBi)

***Dipartimento Rizzoli Research, Innovation &
Technology***
Istituto Ortopedico Rizzoli

Guida all'utenza

Indice

1. INTRODUZIONE	3
Il Laboratorio di NanoBiotecnologie (NaBi)	3
Organigramma	4
2. ATTIVITA DI RICERCA, INNOVAZIONE E TRASFERIMENTO TECNOLOGICO	5
Medicina Rigenerativa	6
Film nanostruttati multifunzionali	8
Analisi delle proprietà meccaniche del tessuto osteo-cartilagineo	11
Roentgen Stereophotogrammetric Analysis (RSA)	13
3. SERVIZI A TARIFFA	15
4. LA DOTAZIONE STRUMENTALE	17
5. COLLABORAZIONI	20
6. OFFERTA DI FORMAZIONE	22
Contatti	22

Acronimi

<i>ELISA</i>	<i>Enzyme-linked immunosorbent assay</i>
<i>FEA</i>	<i>Finite Element Analysis</i>
<i>IJD</i>	<i>Ionized Jet Deposition</i>
<i>IRCCS</i>	<i>Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico</i>
<i>MSCs</i>	<i>Mesenchimal Stem Cells</i>
<i>PRP</i>	<i>Platelet-rich Plasma</i>
<i>PPD</i>	<i>Pulsed Plasma Deposition</i>
<i>PVD</i>	<i>Physical Vapour Deposition</i>
<i>RIT</i>	<i>Research, Innovation & Technology</i>

1. INTRODUZIONE

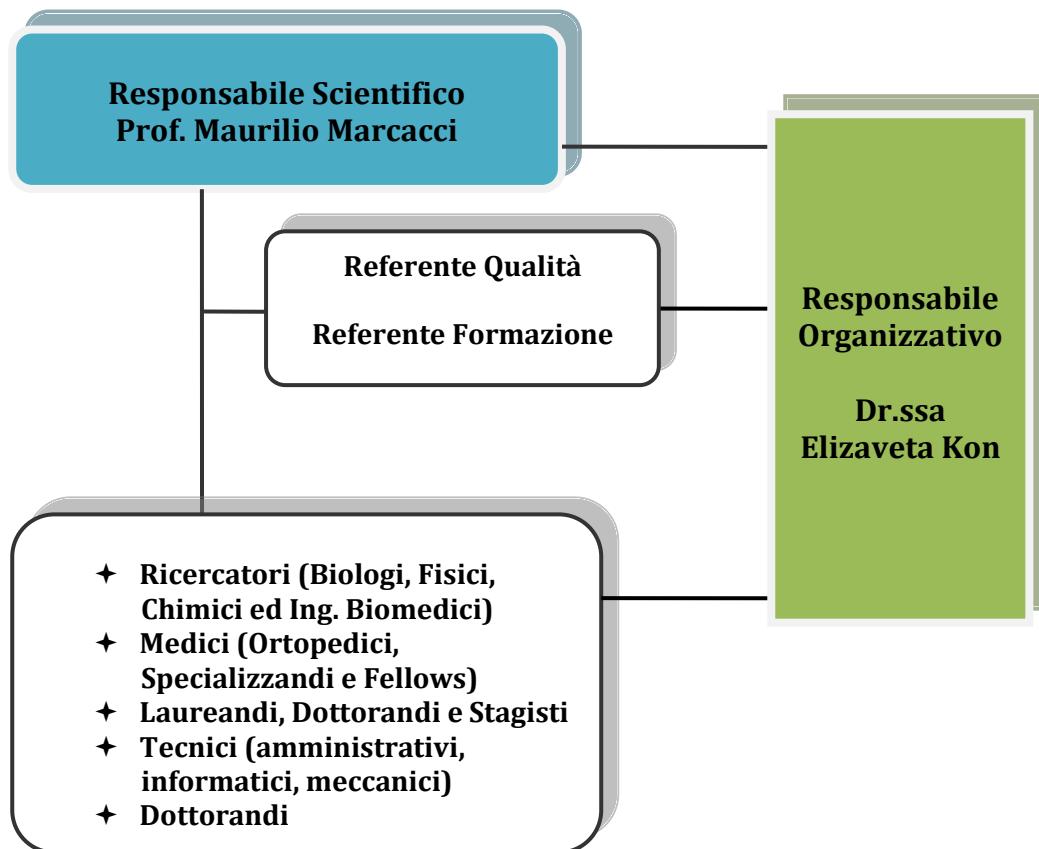
Il Laboratorio di NanoBiotecnologie (NaBi)

Il Laboratorio NABI del Dipartimento Rizzoli RIT, diretto dal Prof. Maurilio Marcacci, svolge prevalentemente attività di ricerca volta al **trasferimento tecnologico** in ambito di *Medicina Rigenerativa Muscolo-Scheletrica, Chirurgia Protesica e Ricostruttiva, Ortopedia Generale e Traumatologia e Computer Aided Medicine*, al fine di accelerare il trasferimento dei risultati della ricerca direttamente all'industria ed alla pratica clinica.

In accordo a tale mission, il laboratorio NaBi:

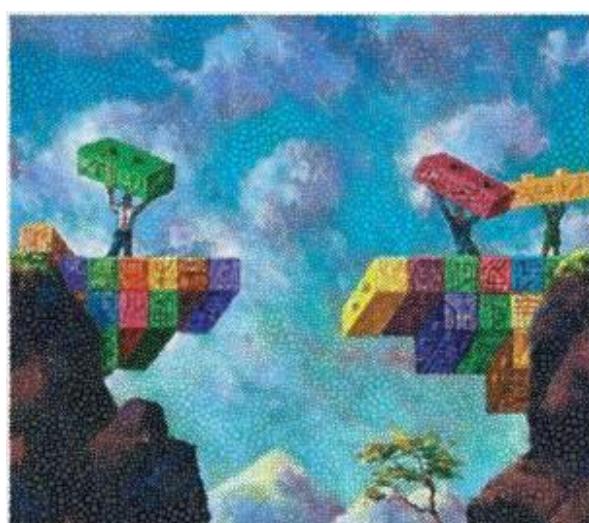
- effettua studi sperimentali, pre-clinici e clinici in 4 macro-aree (sezione 2):
 - I. **Medicina Rigenerativa**
 - II. **Ricoprimenti Nanostrutturati Multifunzionali**
 - III. **Analisi delle proprietà meccaniche del tessuto osteo-cartilagineo**
 - IV. **Roentgen Stereophotogrammetric Analysis (RSA).**
- svolge **servizi a tariffa** per le aziende (sezione 3).
- partecipa a reti di ricerca e trasferimento tecnologico in **collaborazione** con imprese nazionali ed internazionali, enti di ricerca e società scientifiche nazionali ed internazionali (sezione 5);

Organigramma



2. ATTIVITÀ DI RICERCA, INNOVAZIONE E TRASFERIMENTO TECNOLOGICO

Le attività di ricerca sono svolte al trasferimento tecnologico verso il mondo industriale. Nell'ottica di un approccio di continuo rinnovamento, la missione del Laboratorio prevede un impegno costante nel ricercare soluzioni innovative, efficienti ed efficaci, alle problematiche di ambito ortopedico, consolidando il background delle conoscenze acquisite nel tempo e aggiornando costantemente il proprio know-how sia in termini metodologici che tecnologici. Tale obiettivo verte quindi a consolidare e promuovere la vision del Laboratorio quale uno dei centri di riferimento a livello nazionale ed internazionale sia per la ricerca in ambito biomeccanico e biotecnologico che per l'innovazione nelle tecnologie e nelle strategie clinico-chirurgiche applicate all'ortopedia. Le attività del Laboratorio si articolano principalmente in 4 aree tematiche: *Medicina Rigenerativa, Film nanostrutturati multifunzionali, Analisi delle proprietà meccaniche del tessuto osteocartilagineo e Roentgen Stereophotogrammetric Analysis (RSA)*.



È di fondamentale importanza di gettare un ponte tra il mondo accademico ed il mondo industriale.

MEDICINA RIGENERATIVA

**Valutazione di dispositivi e metodologie innovative
in ambito preclinico e clinico.**

Studi in vitro

Svolti in collaborazione con laboratori di ricerca all'interno dell'Istituto Ortopedico Rizzoli sono determinanti per lo studio delle potenzialità e meccanismo d'azione di nuovi approcci biologici (PRP e MSCs) per il trattamento di differenti patologie dell'apparato muscolo-scheletrico.

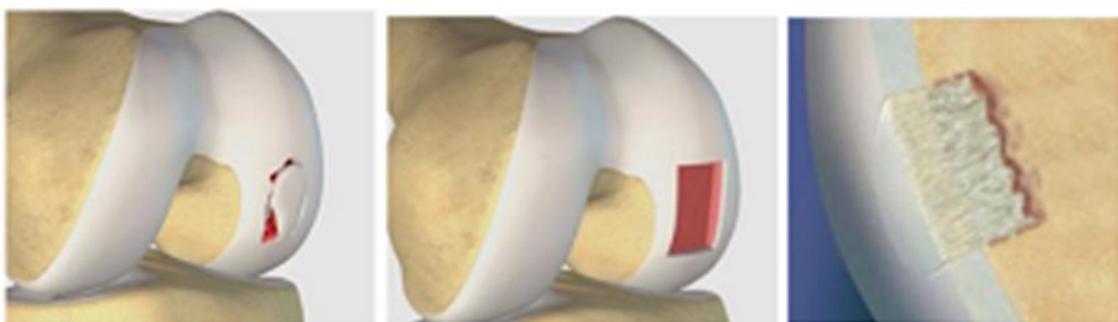
Studi preclinici

In collaborazione con laboratori specializzati all'interno dell' Istituto Ortopedico Rizzoli vengono svolti per valutare la capacità, sicurezza ed efficacia terapeutica dei sostituti condrali ed osteocondrali di ultima generazione. Durante questi studi infatti viene valutata la fattibilità dell'impianto, studiate e perfezionate nuove tecniche chirurgiche allo scopo di rendere sempre più ottimale l'impianto degli scaffold. La valutazione viene fatta grazie a studi di biologia molecolare, dosaggi biochimici, test ELISA, esami radiografici, indagini istologiche (su tessuti decalcificati e non), istochimiche, immunoistochimiche, istomorfometriche, biomeccaniche e microtomografiche. Questi studi si avvalgono anche di collaborazioni internazionali, nell'ambito di prestigiosi progetti europei. Un ramo di quest'attività riguarda la valutazione su modello animale dell'effetto osteoconduttivo e osteoinduttivo di sostituti ossei a base di idrossiapatite/collagene opportunamente funzionalizzati con nanoparticelle magnetiche recanti fattori di crescita.



*Schema rappresentativo della procedura di trapianto di condrociti autologhi****Trials Clinici***

Svolti in collaborazione con la II Clinica Ortopedica e Traumatologica dell'Istituto Ortopedico Rizzoli diretta dal Prof. Maurilio Marcacci al fine di validare gli approcci innovativi testati durante gli studi preclinici. In particolare il Laboratorio si focalizza sulla ricerca, sviluppo, applicazione e valutazione dei risultati ottenuti con l'impianto di nuovi scaffold osteocondrali biomimetici nanostrutturati secondo gradiente per la rigenerazione della superficie articolare, e sull'uso di fattori di crescita (i.e. PRP, MSCs) nel trattamento di patologie della cartilagine articolare. I risultati ottenuti sino ad oggi sono promettenti e si inseriscono con successo nel nuovo trend di ricerca, volto alla creazione di trattamenti meno invasivi, e meno costosi e che più si avvicinino alla rigenerazione di un tessuto simile a quello sano.



Schema rappresentativo della procedura di impianto di sostituto osteocondrale bioingegnerizzato.

Bibliografia di riferimento

- 1) Adipose-Derived Mesenchymal Stem Cells for the Treatment of Articular Cartilage: A Systematic Review on Preclinical and Clinical Evidence. Perdisa F et al. Stem Cells Int. 2015;2015:597652.

- 2) Osteochondral regeneration with a novel aragonite-hyaluronate biphasic scaffold: up to 12-month follow-up study in a goat model. Kon E et al. J Orthop Surg Res. 2015 May 28;10:81.
- 3) Platelet-Rich Plasma Intra-articular Knee Injections Show No Superiority Versus Viscosupplementation: A Randomized Controlled Trial. Filardo G et al. Am J Sports Med. 2015 Jul;43(7):1575-82.
- 4) Scaffold-based cartilage treatments: with or without cells? A systematic review of preclinical and clinical evidence. Kon E et al. Arthroscopy. 2015 Apr;31(4):767-75.
- 5) Tibial plateau lesions. Surface reconstruction with a biomimetic osteochondral scaffold: Results at 2 years of follow-up. Kon E et al. Injury. 2014 Dec;45 Suppl 6:S121-5.

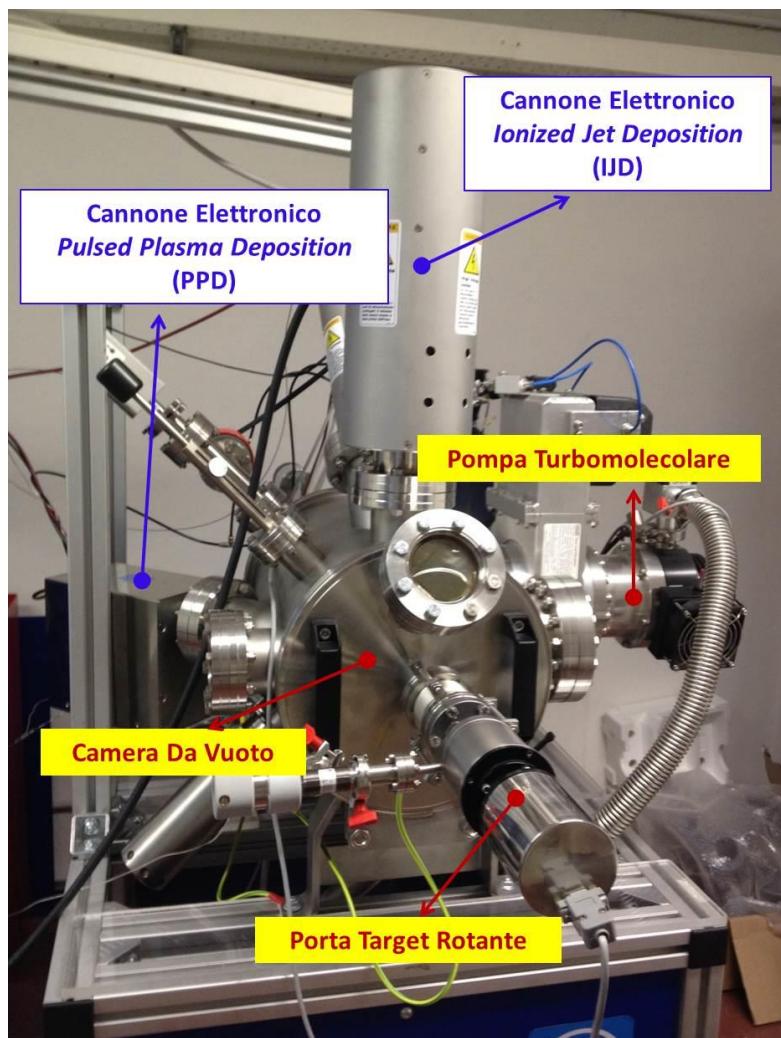
RICOPRIMENTI NANOSTRUTTURATI MULTIFUNZIONALI

Realizzazione e caratterizzazione di film nanostrutturati con proprietà antibatteriche, antiusura e biomimetiche per dispositivi impiantabili

La modifica superficiale dei comuni materiali impiantabili rappresenta una strategia vincente quando si vuole aggiungere funzionalità ad un materiale senza variarne le ottimali proprietà bulk. Nel Laboratorio NaBi vengono studiati nuovi ricopimenti nanostrutturati per tre scopi principali:

- **ANTIBATTERICI:** in grado di disincentivare l'adesione e proliferazione batterica. A tale scopo sono studiati ricopimenti nanostrutturati a base di zirconia/argento e ricopimenti di idrossiapatite magnetica.
- **ANTIUSURA:** Diminuire l'usura degli impianti protesici, depositando film duri a base di zirconia e zirconia/allumina e a basso attrito sia sulle componenti plastiche che metalliche di un impianto.

- **BIOMIMETICI:** Aumentare la capacità del dispositivo di integrarsi con il tessuto osseo circostante (osteointegrazione) in breve tempo, contribuendo alla stabilità primaria e secondaria degli impianti. A tal fine sono allo studio ricoprimenti a base di calcio fosfato biomimetici simili all'apatite biologica dell'osso, ricoprimenti in grado di riequilibrare l'equilibrio tra l'attività degli osteoblasti (deposizione di tessuto osseo) e degli osteoclasti (riassorbimento di tessuto osseo), compromesso nei soggetti osteoporotici.



Sistema di deposizione al plasma pulsato, equipaggiato con sorgente PPD e sorgente IJD.

I film sono depositati tramite tecnica PVD in vuoto al plasma pulsato, equipaggiato con sorgente elettronica di tipo **Pulsed Plasma Deposition** (PPD, Organic Spintronics S.r.l.) e sorgente elettronica di tipo **Ionized Jet Deposition** (IJD, Noivion S.r.l.).

Tale metodologia consente di depositare materiali dalle ottime proprietà meccaniche, superficiali e strutturali anche a temperatura ambiente, realizzando film nanostrutturati con proprietà innovative rispetto ai sistemi convenzionali di deposizione di film sottili;

I film sono caratterizzati da un punto di vista morfologico, chimico, strutturale, meccanico e analizzati mediante modellazione agli elementi finiti (FEA). In particolare il laboratorio è equipaggiato per una completa caratterizzazione delle proprietà di base dei materiali depositati, disponendo di un nanoindentatore, un microindentatore, un tribometro e un micro-scratch tester, oltre a microscopi ottici, rugosimetro, profilometro.

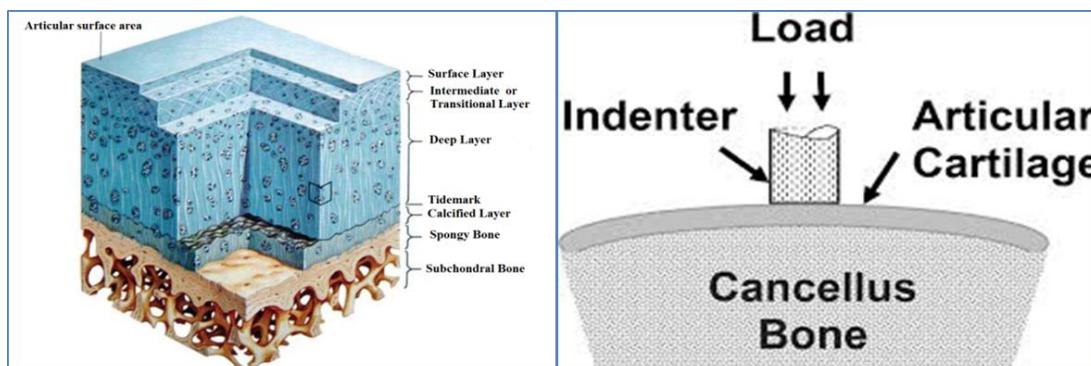
Bibliografia di riferimento

- 1) Pulsed plasma deposition of zirconia thin films on UHMWPE: proof of concept of a novel approach for joint prosthetic implants. Bianchi M et al. J Mater Chem B 2013;1:310-318.
- 2) Tough and adhesive nanostructured calcium phosphate thin films deposited by the pulsed plasma deposition method. Boi et al. Rsc Advances 2015;5:78561-78571.
- 3) Optimizing thickness of ceramic coatings on plastic components for orthopedic applications: A finite element analysis. Marchiori G et al. Mater Sci Eng C Mater Biol Appl. 2016 Jan 1;58:381-8.
- 4) Ceramic thin films realized by means of pulsed plasma deposition technique: applications for orthopedics. Bianchi M et al. J Mech Med Biol. 2015;15:1540002.
- 5) Nanomechanical characterization of zirconia thin films deposited on uhmwpe by pulsed plasma deposition. Bianchi M. et al. J Mech Med Biol. 2015;15:1550070.

ANALISI DELLE PROPRIETÀ MECCANICHE DEL TESSUTO OSTEO-CARTILAGINEO

Valutazione della rigenerazione del tessuto osteocartilagine dal punto di vista delle proprietà meccaniche

All'interno degli ambiti della medicina rigenerativa e della biomeccanica, il laboratorio svolge un'attività di caratterizzazione meccanica sulla multiscala (dal macro al nano) di campioni osteocondrali (composti da tessuto cartilagineo articolare e sottostante tessuto osseo) secondo i requisiti della normativa di riferimento, in particolare FDA (Guidance for Industry - Preparation of IDEs and INDs for Products Intended to Repair or Replace Knee Cartilage). Questo in un'ottica sia di ricerca sia di servizio alle aziende impegnate nell'ingegneria tessutale del tessuto cartilagineo.



*Schematica rappresentazione del tessuto osteocondrale e della prova di compressione
confinata utile a ottenere le proprietà meccaniche della cartilagine.*

Particolare attenzione è rivolta all'analisi della rigidezza e permeabilità della cartilagine articolare. Queste caratteristiche sono strettamente correlate con il suo stato fisiopatologico: nel caso di osteoartrosi ad esempio la degenerazione del tessuto comporta una minore resistenza strutturale e un aumento del contenuto acquoso, e quindi della permeabilità.

Mediante indentazione con punta porosa, rigidezza e permeabilità sono valutate quantitativamente seguendo le indicazioni dello standard ASTM F2451 – 05 attraverso i seguenti parametri:

- Massima deformazione a compressione recuperabile
- Modulo di rigidezza H_a
- Modulo di taglio μ
- Coefficiente di Poisson ν
- Permeabilità k

Lo scopo ultimo è rappresentato dalla valutazione del processo di rigenerazione del tessuto osteocondrale e della capacità di ingegnerizzare impianti tessutali più efficaci che portino a ridurre i tempi di cura.

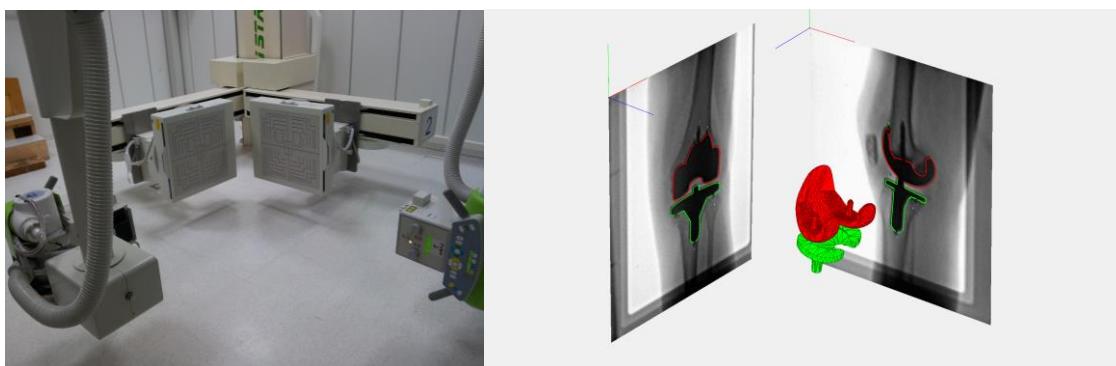
Bibliografia di riferimento

- 1) Nanomechanical mapping of bone tissue regenerated by magnetic scaffolds.
Bianchi M. et al. J Mater Sci Mater Med. 2015;26:1-9.
- 2) Biphasic Creep and Stress Relaxation of Articular Cartilage in Compression?
Theory and Experiments. Mow V. C. et al. J Biomech Eng 1980;102:73-84.
- 3) Guidance for Industry – Preparation of IDEs and INDs for products intended to
repair or replace knee cartilage. U.S. Department of Health and Human Services
- Food and Drug Administration 2011.
- 4) Comparative Study of the Intrinsic Mechanical Properties of the Human
Acetabular and Femoral Head Cartilage. Athanasiou K et al. J Orthop Res
1994;12:340-349.

ROENTGEN STEREOPHOTOGRAMMETRIC ANALYSIS (RSA)

Valutazione dinamica della funzionalità articolare

L'RSA è una metodologia altamente accurata, in grado di misurare la posizione di un oggetto nello spazio 3D utilizzando raggi X. Lo strumento a disposizione del Laboratorio presenta diversi vantaggi competitivi rispetto alla tecnologia RSA comunemente in uso per l'analisi dei micromovimenti nelle componenti articolari. Il sistema implementato presso il reparto di Radiologia dello IOR, permette infatti di realizzare dei setup di acquisizioni dinamiche (dynamic RSA), associando due importanti approcci innovativi: un'analisi completa, morfologica e funzionale, dell'articolazione in condizioni di cinematica attiva (camminata, scale, test di stress, e altri test di valutazione cinematici) e una valutazione dei carichi realizzata con pedane di forza. Il sistema in uso integra inoltre le potenzialità del sistema RSA con un approccio Model-based o Bone-based. La metodologia model-based utilizza modelli 3D delle superfici dell'impianto e algoritmi di pose estimation per identificare il posizionamento delle componenti nello spazio, mentre il metodo Bone-based utilizza tecniche di image processing (data registration basate su CT, MRI, X-ray) o modelli statistici della geometria ossea per ricostruire la posizione dei segmenti ossei nello spazio.



A sinistra, il sistema di acquisizione di RSA dinamica. A destra, l'elaborazione "model based" delle componenti di una protesi di ginocchio acquisite con RSA ed elaborate per ricostruirne la posizione spaziale.

Bibliografia di riferimento

- 1) Roentgen stereophotogrammetric analysis: an effective tool to predict implant survival after an all-poly unicompartmental knee arthroplasty-a 10 year follow-up study. Bruni D. et al. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 201;23:3273-3280.
- 2) A simulation environment for estimation of the performance of RSA cages. Gammuto M et al. *Comput Biol Med* 2008;38:1000-1006.
- 3) Precision assessment of model-based RSA for a total knee prosthesis in a biplanar set-up. Trozzi C et al. *Knee* 2008;15:396-402.
- 4) Radiostereometric measurement of polyethylene deformation pattern in meniscal bearing TKR at 5 years follow-up. Russo A et al. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2008;16:142-147.

3. SERVIZI A TARIFFA

MEDICINA RIGENERATIVA

Disegno protocollo di valutazione pre-clinica (in vitro e in vivo)

Disegno protocollo valutazione clinica

Trial clinico di validazione scaffold

Caratterizzazione meccanica dello scaffold su multiscala

Valutazione in vitro delle proprietà di concentrati piastrinici (PRP)

Valutazioni cliniche dell'efficacia terapeutica di concentrati piastrinici (PRP)

Valutazione in vitro delle proprietà di cellule staminali mesenchimali (MSCs)

Valutazioni cliniche dell'efficacia terapeutica di MSCs

FILM SOTTILI E COATINGS NANOSTRUXTURATI

Deposizione in vuoto tramite tecnica PVD al plasma pulsato equipaggiata con sorgente PPD di film antiusura, bioattivi e antibatterici

Caratterizzazione morfologica

Caratterizzazione chimico-strutturale

Caratterizzazione della durezza, modulo elastico, resistenza alla frattura

Resistenza all'abrasione e agli scratch

Valutazione resistenza all'usura e coefficiente d'attrito in aria o solvente specifico.

Simulazione agli elementi finiti della risposta meccanica dei film a sollecitazioni fisiologiche e sperimentali

ANALISI DELLE PROPRIETÀ MECCANICHE DEL TESSUTO OSTEO-CARTILAGINEO

Valutazione proprietà meccaniche del tessuto cartilagineo (NATIVO e RIGENERATO) tramite test di micro-compressione confinata in accordo a standard FDA

Valutazione proprietà meccaniche del tessuto osseo (NATIVO e RIGENERATO) con analisi dei dati tramite metodo Oliver-Pharr e metodo visco-elasto-plastico.

Valutazione qualità dell'interfaccia cartilagine/osso subcondrale

RSA

Valutazione micro-movimenti di corpi rigidi con RSA statica

Valutazione della cinematica di corpi rigidi con RSA dinamica

Valutazione delle forze di reazione tramite pedana di forza

Elaborazione dati cinematici

Elaborazione dati dinamici

4. LA DOTAZIONE STRUMENTALE

- **SISTEMA DI DEPOIZIONE AL PLASMA PULSATO**

Dispositivo per la deposizione di film sottili tramite deposizione al plasma pulsato. Il materiale viene depositato tramite evaporazione di plasma a seguito di una stimolazione elettronica pulsata. Il plasma diffuso nella camera a vuoto deposita un film sottile sul target costituito da materiali protesici. Il sistema attualmente costituisce lo stato dell'arte nei dispositivi di deposito di film sottili su questo tipo di superfici. Il sistema è equipaggiato con due sorgenti differenti di elettroni: la Pulsed Plasma Deposition (PPD, Gun III, Organic Spintronics S.r.l.) e la Ionized Jet Deposition (IDJ, Noivion S.r.l.)

- **MICROINDENTATORE E NANOINDENTATORE PER LA CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI E COATINGS**

I sistemi di micro- e nanoindentazione sono utilizzati per effettuare l'analisi della durezza dei materiali e per la determinazione delle proprietà meccaniche di film sottili e di campione massivi (bulk). Con un sistema di indentazione è possibile determinare le proprietà caratteristiche del materiale come la nanodurezza e il modulo elastico; tale caratterizzazione può essere effettuata su qualsiasi tipo di materiale, soffice, duro, fragile o duttile; è possibile determinare inoltre la durezza di inclusionsi, segregazioni bordo grano, etc.. Il microindentatore ha range di carichi e profondità di penetrazioni raggiungibili maggiori del nanoindentatore, per cui il loro accoppiamento può consentire una caratterizzazione sulla multiscale dei materiali investigati.

Il sistema di nanoindentazione è inoltre particolarmente adatto per misure di carico e di profondità di penetrazione a scala nanometrica; è possibile pertanto valutare la durezza nell'analisi di film di copertura (coating) organici e inorganici, morbidi e duri. Alcuni esempi sono i PVD sottili e multistrato, CVD, PECVD, fotoresist, vernici, lacche e molti altri tipi di film, che riguardano applicazioni in ottica, microelettronica, decorative e biomedicale. I substrati possono essere morbidi o duri e comprendono le leghe metalliche, i semiconduttori, il vetro e materiali refrattari e organici.

- TRIBOMETRO PER LA CARATTERIZZAZIONE TRIBOLOGICA DEI MATERIALI E COATINGS*

In tribologia, un indenter dalla forma piatta o sferica viene posizionato sul campione da analizzare applicandogli un carico noto. Questo punzone è montato su una leva rigida, progettata come un trasduttore di forza privo di attrito. Mentre il campione ruota o trasla, le risultanti forze di attrito agenti tra il campione e il punzone vengono misurate sotto forma di flessioni laterali molto piccole della leva. I coefficienti di usura sia del campione sia del punzone vengono calcolati come volume di materiale perso durante il test.

Questo semplice metodo permette lo studio dell'attrito e dell'usura tra due materiali solidi diversi (campione e punzone), alla variazione del tempo, della pressione di contatto, della velocità, della temperatura, dell'umidità, della presenza di lubrificanti, etc.

- MICRO-SCRATCH TESTER PER LA VALUTAZIONE DELL'ADESIONE DEI COATINGS*

Lo scratch tester è uno strumento dedicato alla caratterizzazione delle proprietà meccaniche di film sottili e ricopimenti, quali l'adesione, la deformazione e la rottura. La capacità dello scratch tester di caratterizzare i sistemi film/substrato e di quantificare parametri quali la forza d'attrito e l'adesione, usando vari metodi complementari lo rende strumento prezioso per la ricerca, lo sviluppo e il controllo qualità.

La tecnica consiste nella creazione di un graffio sul campione in esame ottenuto con una punta. Il materiale della punta (di solito diamante o carburo di tungsteno) è guidato sulla superficie con carico costante, incrementale o progressivo. A un certo carico critico la superficie si segna, a un altro il film di ricoprimento comincia a rompersi e a un terzo cede completamente. I carichi critici sono rilevati in modo molto preciso per mezzo o di un sensore acustico o attraverso l'osservazione di un microscopio ottico incomporato. I valori dei carichi critici sono utilizzati per quantificare le proprietà di adesione di diverse combinazioni film/substrato. Oltre all'emissione acustica, gli scratch tester misurano la forza normale applicata, la forza tangenziale (attrito) e lo spessore di penetrazione. Questi parametri forniscono una caratterizzazione specifica del sistema substrato-film.

- DESCRIZIONE SISTEMA PER TEST DI FISSAZIONE MAGNETO-MECCANICA

Il prototipo "sistema di fissazione magneto-meccanico" sviluppato dal Laboratori di Nano Biotecnologie – NaBi, viene utilizzato per definire e verificare la metodologia di fissazione magnetica per difetti massivi su ossa lunghe e per difetti osteocondrali. Il sistema è in

grado di simulare in-vitro tecniche di impianto di scaffold per rigenerazione ossea ed osterocondrale e sistemi di osteosintesi per la traumatologia, cercando così di ottimizzare le procedure chirurgiche e verificando i risultati ottenibili mediante simulazione numerica. Il sistema, sviluppato all'interno del NaBi, è nello specifico in grado di simulare l'articolazione di ginocchio o di anca, dando la possibilità di definire la posizione virtuale dell'arto, mettendo in evidenza le condizioni di carico e la forza di fissazione ottenibile con differenti metodologie (fissazione con magneti interni, magenti esterni, pin in materiale ferromagnetico, sistemi di fissazione intramidollare, etc.).

- SISTEMA DYNAMIC ROENTGEN STEREOPHOTOGRAMMETRIC ANALYSIS (RSA)*

Il sistema di RSA dinamica situate presso la radiologia del Rizzoli è utilizzato per eseguire esami di radiologia di routine e per attività di ricerca biomeccanica. Il sistema funziona in configurazione RSA statica e dinamica. Tale sistema, realizzato appositamente per l'Istituto Ortopedico Rizzoli permette lo studio della stabilità degli impianti protesici e l'analisi della cinematica articolare con una risoluzione temporale di 8 o 15 fotogrammi al secondo.

Inoltre il sistema può essere interfacciato e sincronizzato con altri dispositivi, quali pedane di forza e sistemi di acquisizione elettromiografica (EMG) per una valutazione funzionale dello stato dell'articolazione.

* in collaborazione con il Laboratorio di Biomeccanica ed Innovazione Tecnologica - Istituto Ortopedico Rizzoli.

5. COLLABORAZIONI ATTUALI

♦ Aziende:

B.Braun Avitum Italy S.p.a. (IT)
Biomet Global Supply Chain Center B.V (USA)
Cartiheal (2009) Ltd (IL)
CeramTec GmbH (D)
DePuy Synthes (USA)
DSM Biomedical (USA)
Ducati Motor Holding S.p.A. (IT)
FIDIA Farmaceutici S.p.a. (IT)
Fin-Ceramica S.r.l.(IT)
Lima Corporate S.p.a. (IT)
Noivion S.r.l. (IT)
Organic Spintronics S.r.l. (IT)
Tech s.r.l (IT)
Zimmer Inc. (USA)

♦ Università e centri di ricerca nazionali ed internazionali:

UNIBO	Università degli Studi di Bologna
POLITO	Politecnico di Torino
UCSC	Università Cattolica di Roma
TUD	Università Di Dresden (D)
FSUJ	University Of Jena (D)
ICFS	University Hospital Of Basel (CH)
UOB	University of Brighton (UK)
UNIZAG	University of Zagreb (HR)
UNIBS	Universita di Brescia
CNR-ISTEC	di Faenza
CNR-ISMN	di Bologna
CNR-IMM	di Bologna

CNR-ISMN di Roma

CNR-IMCB di Napoli

LEMI Laboratoire d'evaluation des materiels implantables (CH)

CITO Central Institute of Orthopedics and Traumatology of Russia (RU)

PRESENS PRECISION SENSING GMBH (D)

Holostem Terapie Avanzate Srl, Italy

Octane Biotech Inc. (CA)

Radboud Nijmegen Medical Center (NL)

♦ **Altri laboratori IOR**

Laboratorio Biomeccanica e Innovazione Tecnologica

Laboratorio Studi Preclinici e Chirurgici

Laboratorio Biologia Cellulare Muscoloscheletrica

Laboratorio Patologia delle Infezioni Associate all'Impianto

Laboratorio RAMSES (Rizzoli RIT)

Laboratorio BITTA (Rizzoli RIT)

♦ **Società scientifiche**

SIGASCOT (Società Italiana del Ginocchio Artroscopia Sport Cartilagine Tecnologie Ortopediche)

CAOS International

CAOS Italia

ESSKA

ICRS

SIOT

AAOS

ISAKOS

♦ **Collaborazioni formali con Associazioni - Fondazioni onlus**

Oasi Bioresearch Foundation

6. OFFERTA DI FORMAZIONE

Il Laboratorio supporta costantemente:

- progetti di **tesi triennali, specialistiche e dottorati** su tematiche inerenti le proprie attività di ricerca per laureandi in chimica, fisica, biologia, biotecnologie, ingegneria meccanica, ingegneria biomedica, ingegneria dei materiali, bioinformatica e similari.
- formazione teorico/pratica per professionisti.

Contatti

Il laboratorio si trova all'interno del Centro di Ricerca “Codivilla-Putti” dell' Istituto Ortopedico Rizzoli, via di Barbiano 1/10, 40136, Bologna.

Lista contatti:

- Dr.ssa Elizaveta Kon (Responsabile Organizzativo)
e-mail: e.kon@biomec.ior.it tel. +39 051 6366567
- Prof. Maurilio Marcacci (Responsabile Scientifico)
e-mail: m.marcacci@biomec.ior.it tel. +39 051 6366505
- Segreteria del laboratorio
e-mail: segreteria.biomec@ior.it tel: 051-6366520; fax: 051-583789

Il sito del Laboratorio di NanoBiotecnologie (NaBi) è:

<http://www.ior.it/ricerca-e-innovazione/dipartimento-rizzoli-rit>

